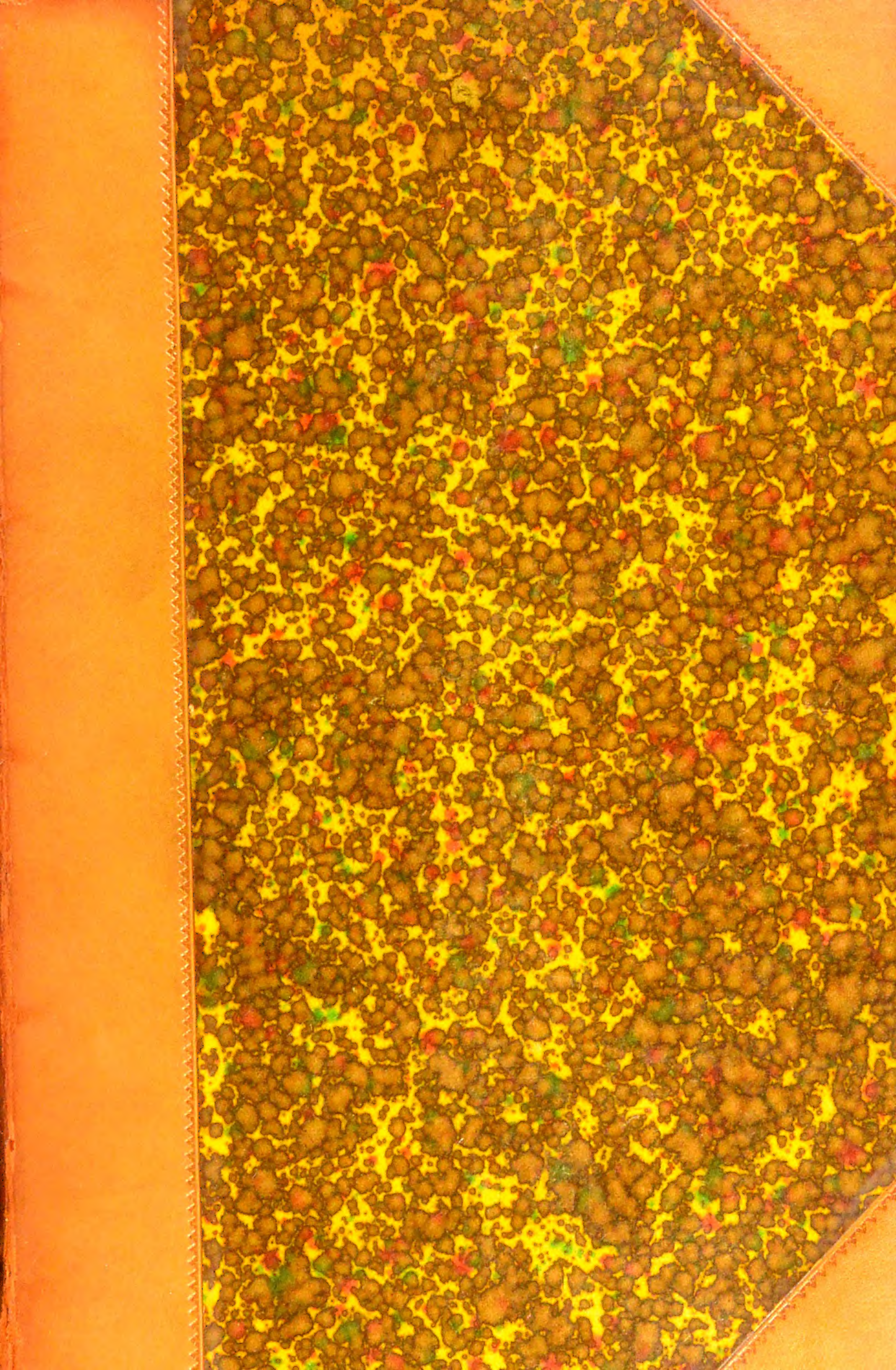
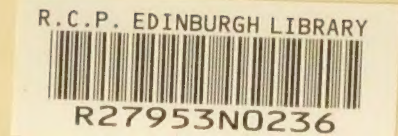



R.C.P. EDINBURGH LIBRARY
R27953N0236



Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugethiere.

Bearbeitet von

Prof. Dr. Berlin in Stuttgart, Prof. Dr. Bonnet in München, Prof. Dr. Csokor in Wien, Prof. Dr. Eichbaum in Giessen, Prof. Dr. Ellenberger in Dresden, Docent Schlampp in München, Prof. Dr. Flesch in Bern, Professor Kitt in München, Prof. Dr. Latschenberger in Wien, Prof. Dr. Polansky in Wien, Dr. Schindelka in Wien, Prof. Dr. Sussdorf in Stuttgart, Docent Tereg in Hannover.

Herausgegeben von

Dr. W. Ellenberger,

Professor an der Königl. Thierarzneischule in Dresden.



Erster Band:

Histologie.

BERLIN.

Verlag von Paul Parey.

Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1887.

Vergleichende Histologie

der

Haussäugethiere.

Bearbeitet von

Prof. Dr. Bonnet in München, Prof. Dr. Csokor in Wien, Prof. Dr. Eichbaum in Giessen, Prof. Dr. Ellenberger in Dresden, Docent Schlampp in München, Prof. Dr. Flesch in Bern, Prof. Kitt in München, Prof. Dr. Sussdorf in Stuttgart, Docent Tereg in Hannover.

Herausgegeben von

Dr. W. Ellenberger,
Professor an der Königl. Thierarzneischule in Dresden.





Mit 452 Textabbildungen.

BERLIN.
Verlag von Paul Parey.
Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.
1887.

Vorrede.

Seit Schöpfung der Zellenlehre und Begründung der Gewebelehre und der gesammten mikroskopischen Anatomie als einer besonderen Wissenschaft sind ungefähr 50 Jahre verflossen und noch immer fehlt es an einem originellen Lehr- oder Handbuche der Histologie der Hausthiere. Da bei der gegenwärtigen Sachlage ein derartiges Werk, für welches die thatsächliche Basis nur durch höchst mühevolle und zeitraubende vergleichende Untersuchungen aller Theile und Organe des Körpers aller Hausthierarten zu gewinnen ist, einzig und allein auf dem Wege der Arbeitstheilung, d. h. durch Zusammenarbeiten mehrerer Forscher geschaffen werden kann, hat sich der Herausgeber, um die Herstellung eines solchen Werkes anzubahnen, vor ca. 5 bis 6 Jahren mit einer Anzahl von Collegen in Verbindung gesetzt. Fast bei allen fand er, ebenso wie bei der Verlagsbuchhandlung von PAUL PAREY, die um Herausgabe des beabsichtigten Buches ersucht wurde, bereitwilligstes Entgegenkommen, sodass schon 1884 der erste Theil des Werkes erscheinen konnte. Die Ausgabe des 2. Theiles erlitt, obwohl zu demselben die bei Weitem grösste Anzahl der Abhandlungen rechtzeitig (1884 und 1885) bei dem Herausgeber einlief und im Jahre 1885 bereits gedruckt war, deshalb eine längere Verzögerung, weil die Abhandlungen über das Seh- und Gehörgan und über das Centralnervensystem nicht zu der verabredeten Zeit eingeliefert werden konnten. Herr Prof. Eversbusch, welcher die Bearbeitung der beiden erst genannten Kapitel übernommen hatte, sah sich in letzter Stunde an der Ausführung der Arbeit verhindert. Das Kapitel über das Sehorgan hat Herr Schlampp, auf Wunsch des Herrn Eversbusch, gütigst bearbeitet, ohne aber wegen der Kürze der Zeit in der Lage zu sein, dasselbe durchaus mit originellen Abbildungen aus-

statten zu können. Originale sind die Figuren: 330, 334, 367, und 342, 353, 354, 355, 356 und 357 von Eversbusch. Da zur Zeit des Rücktritts des Herrn Eversbusch in Anbetracht dessen, dass der Druck der eingelieferten Kapitel bereits begonnen hatte, eine selbstständige Untersuchung des Gehörorgans der Hausthiere durch einen nachträglich zu erwerbenden Mitarbeiter deshalb unmöglich war, weil dieselbe mehrere Jahre Zeit erfordert hätte, so musste sich der Herausgeber entschliessen, eine compilatorische Bearbeitung dieses Kapitels vorzunehmen und die dazu erforderlichen Abbildungen (318 bis 329) anderen Werken zu entlehnen. Dieses Kapitel gelangte noch vor dem Erscheinen der grossen Schwalbe'schen Abhandlung über diesen Gegenstand im Sommer 1885 zum Druck. — Da Herr Prof. Flesch wegen der Schwierigkeiten, welche sich der Bearbeitung der Histologie des Centralnervensystems entgegenstellten, seine Abhandlung über diesen Gegenstand erst im Juli 1887 an mich einliefern konnte, so erlitt die Herausgabe der im Frühjahr und Sommer 1885 bereits gedruckten Artikel der anderen Autoren eine Verzögerung von mehr als 2 Jahren. Hieraus erklärt es sich, dass in denselben die Literatur aus den Jahren 1885 bis 1887 keine Berücksichtigung gefunden hat.

Ueber den Inhalt des Werkes sei Folgendes bemerkt: Die Eingangskapitel über das Mikroskop, die mikroskopische Technik und namentlich die Anleitung zur Untersuchung aller Theile des Thierkörpers sollen sowohl dem Selbstunterricht im Mikroskopiren als auch zur Unterweisung der Theilhaber von Mikroskopir-Cursen dienen. Die Zellen- und Gewebelehre ist in das Werk nur der Vollständigkeit wegen aufgenommen worden, ohne dass eingehendere vergleichende Untersuchungen der Gewebe der Hausthiere stattgefunden hätten. Diese Kapitel enthalten deshalb nur wenig Original- und meist solche Abbildungen, welche anderen Werken des PAREY'schen Verlages entnommen sind. Leider war es mir nicht möglich, die eigentliche Herkunft derselben durchgängig festzustellen; demgemäss muss ich es unterlassen, ein Verzeichniss der entlehnten Figuren mit Angabe ihrer Herkunft zu geben. Original-Abbildungen in den genannten Kapiteln sind die Figuren 13, 36, 37, 40, 41, 43, 50, 54, 68, 69, 71, 75, 78, 79, 88, 100, 111, 112, 119, 127, 130, 131, 132, 133, 140, 158, 164. Nachzeichnungen sind die Figuren 15 bis 35 (Flemming), 58 und 59 (Babuchin), 60, 73, 86, 96, 125, 128, 129 (Ranvier), 99 (Gegenbaur), 102 und 129 (Landois), 93 und 94 (Pütz).

Die auf eigene Untersuchungen der Verfasser basirenden

Originalartikel beginnen mit Seite 251 und behandeln den mikroskopischen Aufbau der Organe der Haussäugethiere in vergleichender Darstellung. Sie sind fast nur mit Originalabbildungen ausgestattet. Nur die Figuren 183, 186, 205 bis 210, 257, 270, 281, 282, 288, 370, 374, 376, 386, 387, 389, 394, 402, 404, 409, 414, 417, 418, 427, 428, 433 sind entlehnt.

Aus bekannten Gründen, deren Darlegung überflüssig erscheint, musste unser Bestreben darauf gerichtet sein, den Umfang des Werkes nicht zu sehr anschwellen zu lassen. Deshalb haben sich die Verfasser da, wo sie sich auf die Untersuchungen Anderer stützen, auf einfache Nennung der Autorennamen beschränkt und nähere Literaturangaben unterlassen. Auch mussten sie sich in anderen Richtungen vielfache Beschränkungen auferlegen, manche Controversen unerwähnt lassen und auf die Schilderung vieler Einzelergebnisse mühevoller Forschungen verzichten und dieselben in Journalartikeln niederlegen. Hieraus erklärt sich der Unterschied dieses Sammelwerkes von ähnlichen Werken der medicinischen Literatur.

Der nunmehr fertig vorliegende Band soll es dem Thierarzte und dem Studirenden der dem Heile der Thiere dienenden Thierheilwissenschaft ermöglichen, sich genaue Kenntniss von dem mikroskopischen Aufbau der Haussäugethiere zu verschaffen, er soll dem im Gebiete der Veterinärhistologie thätigen Gelehrten die Basis und neue Aufgaben für seine Forschungen geben nnd den in verwandten biologischen Gebieten arbeitenden Forschern die nöthige Orientirung über die Histologie der Hausthiere darbieten. Das Werk ist demgemäss für Thierärzte und Veterinärstudenten, für den gebildeten Landwirth, für diejenigen Aerzte, die sich für die vergleichende Medicin interessiren, für die Universitätslehrer der medicinischen Facultät, für die Forscher in den Gebieten der Zoologie, vergleichenden Anatomie, Physiologie und Histologie und der normalen und pathologischen Anatomie bestimmt. Möchte es namentlich zu neuen Forschungen im Gebiete der Veterinärhistologie, deren noch bestehende zahlreiche Lücken aus ihm klar ersichtlich sind, anregen und eine neue Aera dieser Forschungen anbahnen.

Für das Gedeihen der Sache ist eine strenge und gerechte Kritik des vorliegenden Werkes erwünscht, wenn dieselbe von berufenen Männern ausgeht, welche das Gebiet der Histologie beherrschen, die Schwierigkeiten der auf mehrere Thierspecies sich erstreckenden, vergleichend mikroskopischen Untersuchungen zu würdigen wissen, über die unvermeidlichen Eigenthümlichkeiten aller

Sammelwerke orientirt sind und welche durch eigene Arbeiten erkannt haben, wie leicht auch der gewissenhafteste Forscher irren kann. Eine solche Kritik wirkt anregend und belehrend nach allen Seiten und fördert die Wissenschaft.

Zum Schlusse ist es mir Bedürfniss und eine angenehme Pflicht, allen meinen hochverehrten Mitarbeitern für ihr freundliches Entgegenkommen, für die stete objective Förderung des gesammten Unternehmens, für das bereitwillige, im Interesse des Ganzen nothwendige, aber oft schwere Verzichten auf eigene Wünsche etc. meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch der Verlagsbuchhandlung gebührt für die Liberalität, mit welcher sie auf die Wünsche der Autoren und des Herausgebers jederzeit eingegangen ist, für die Herstellung der zahlreichen Abbildungen und für viele sonstige der Sache gebrachte Opfer der grösste Dank.

Dresden, im October 1887.

Dr. Ellenberger.

Inhalt.

	Seite
Einleitung von Ellenberger	1
Mikroskop und allgemeine mikroskopische Technik, von Tereg	3—25
1. Mikroskop und Zubehör	3
2 Präparation des Materials zur Untersuchung	8
a) im frischen Zustande	8
b) im gehärteten Zustande	10
3. Chemische Reagentien	15
Farbstoffe	18
4. Injektionstechnik	20
5. Metall-Imprägnation	23
Methode der mikroskopischen Untersuchung der Gewebe und Organe, von Sussdorf	25—67
Anhang: Untersuchung der Flüssigkeiten	63
A. Die Zellenlehre, von Eichbaum	67—93
Geschichtliches	70
Form und Structur der Zellen	72
Lebenserscheinungen	78
B. Die Gewebelehre, von Ellenberger	93—212
Einleitung	95
Zellarten	99
Baumittel 2. Ordnung	100
Lebenserscheinungen	104
Eintheilung	104
Genesis	105
I. Zellengewebe	106
1. Epithelgewebe	106
A) Plattenepithel	109
1. einschichtiges	109
2. Pigmentepithel	109
3. mehrschichtiges	110
B) Cylinderepithel	115
C) Flimmerepithel	117
Functionen der Epithelien	119
Entstehung, Wachsthum, Lebenslauf	120
D) Epitheliale Bildungen:	
1. Schmelzsubstanz	122
2. Linsengewebe	122

Seite
3. Endothelgewebe 123
4. Embryonalgewebe 126
II. Die flüssigen Gewebe 127
1. Lymphe 127
Leucocyten 129
2. Synovia 129
3. Chylus 129
4. Blut 130
Genesis desselben 138
III. Die Grundsubstanztanzgewebe 141
1. Das Bindegewebe 142
a) Das fibrilläre 151
α) lockeres 151
β) straffes 152
γ) membranöses 154
δ) intraparenchymatöses 154
b) Das lamelläre 154
c) Das netzförmige 155
d) Das adenoide 155
e) Das pygmentirte 156
f) Das Fettgewebe 156
g) Das elastische Gewebe 158
Genesis des Bindegewebes 160
2. Das Knorpelgewebe 163
a) Das hyaline 165
b) Das elastische 167
c) Das fibröse 168
Genesis 168
3. Das Knochengewebe 169
Cementsubstanz der Zähne 179
4 Das Zahnbeingewebe 180
IV. Muskelgewebe 181
1. quergestreifte Skeletmuskulatur 183
2. Herzmuskelgewebe 192
3. glattes Muskelgewebe 195
V. Nervengewebe 196
1. Nervenzellen 196
2. Nervenfasern 200

C. Die mikroskopische Organologie.

Allgemeine mikroskopische Organlehre, von Ellenberger . . . 213—247
1. Allgemeines über den Organaufbau 213
2. Das periphere Nervensystem 217
1. Die Nerven 217
2. Die Ganglien 220
3. Die Nervenendungen 221
3. Die thierischen Häute 230
1. Die strukturlosen Häute 230
2. Die zelligen Deckhäute 230
3. Die Muskelhäute 230

Seite
4. Die elastischen Häute 231
5. Die Bindegewebshäute 231
a) fibröse Häute 231
b) seröse und synoviale Häute 232
c) Schleimhäute 232
α) cutane 235
β) echte 237
d) äussere Haut 238
4. Die drüsigen Organe im Allgemeinen 238

Specielle mikroskopische Organlehre 248

I. Der uropoetische Apparat, von Tereg . . . . 248—273
1. Die Nieren 248
2. Harnwege 265
a) Ureter 265
b) Harnblase 268
c) Harnröhre 268
d) Nebennieren 269

II. Die männlichen Geschlechtsorgane, von Eichbaum . . . 273—309
1. Hoden und Nebenhdoen 273
Nebenhoden 284
2. Samenleiter 285
3. Samenblasen 288
4. Prostata 291
5. Cowper'sche Drüsen 295
6. Urethra 297
7. Penis 303

III. Die weiblichen Geschlechtsorgane, von Eichbaum . . . 309—337
1. Der Eierstock 309
Genesis 316
2. Der Eileiter 318
3. Der Uterus 320
4. Die Scheide 327
5. Vestibulum und Clitoris 329
6. Schamlippen 335

IV. Die Milchdrüsen von Kitt . . . . 337—354

V. Der Bewegungsapparat, von Tereg . . . . 355—380
1. Der passive Bewegungsapparat 355
Knochen 355
Knochenmark 355
Gefässsystem 360
Periost 363
Epiphysenknorpel 365
Gelenkräume 366
Gelenkbänder 367
2. Der active Bewegungsapparat 369
Muskeln 369
Schleimbeutel, Sehnenscheiden 374
Sehnen 377

Seite

VI. Haut und Anhänge, von Bonnet . . . 381—450
Haut . . . 381
Epidermoidalgebilde . . . 393—425
Huf . . . 396
Klauen . . . 402
Krallen . . . 404
Hörner . . . 408
Haare . . . 413
Hautdrüsen . . . 425
Hautmuskeln . . . 434
Hautgefässe . . . 436
Hautnerven . . . 441

VII. Circulationsapparat, von Sussdorf . . . 451—496
A. Blutgefässsystem . . . 451
1. Blutgefässe . . . 451
Capillargefässe . . . 452
Arterien . . . 454
Venen . . . 459
Sinus des Gehirns . . . 462
Schwellkörper . . . 462
Gefässe und Nerven . . . 464
Genesis . . . 464
2. Herz . . . 466
Endocard . . . 466
Myocard . . . 467
Pericard . . . 470
B. Lymphgefässsystem . . . 472
Insterstitielle Safträume . . . 472
Sinus . . . 473
Seröse Höhlen . . . 474
Lymphgefässe . . . 476
Lymphfollikel . . . 477
Lymphdrüsen . . . 479
C. Thymusdrüse . . . 485
D. Milz . . . 488
E. Carotisdrüse . . . 496

VIII. Der Respirationsapparat, von Sussdorf . . . 496—526
1. Die Nasen- und Nebenhöhlen . . . 496
2. Die Rachenhöhle . . . 503
3. Der Kehlkopf . . . 504
4. Die Luftröhre . . . 507
5. Die Lunge . . . 510
Anhang: Die Schilddrüse . . . 523

IX. Die Sinnesorgane.
Einleitung, von Ellenberger . . . 526
1. Das Geschmacksorgan, von Csokor . . . 527—548
Mayer's Organ . . . 529
Papillae vallatae . . . 535

Seite
Papillae fungiformes 540
Geschmacksknospen 542
Nerven 546

2. Das Geruchsorgan, von Csokor . . . . 548—557
Riechkolben 549
Riechschleimhaut mit Nerven 552

3. Der Gehörapparat, von Ellenberger . . . . 557—575
Aeusseres und mittleres Ohr 557
Inneres Ohr 562

4. Der Gesichtsapparat, von Schlampp . . . . 576—640
I. Der Augapfel 576
1. Sclera 581
2. Cornea 583
3. Uvea 587
1. Chorioidea 588
2. Corpus ciliare 593
3. Iris 600
4. Sehnerv 605
5. Retina 608
6. Linse 620
7. Glaskörper 623
Gefässe 625
II. Schutzorgane 629
1. Thränenapparat 629
1. Thränendrüse 630
2. Ableitungswege 632
2 Conjunctiva 635
3. Augenlider 637

5. Der Verdauungsapparat, von Ellenberger . . . . . 640—718
I. Vorderdarm 641
A. Drüsen 641
B. Mundhöhle 648
1. Lippen 650
2. Zahnfleisch 652
3. Backen 652
4. harter Gaumen 652
5. weicher Gaumen 653
6. Boden 653
7. Zunge 653
C. Zähne 660
D. Der Schlund 667
E. Die Vormägen 669
1. Der Pansen 669
2. Die Haube 671
3. Der Psalter 673
4. Der Vormagen des Pferdes 675
5. » » » Schweins 675

Seite
II. Der Mittel- und Enddarm 675
A. Der Magen 677
1. Des Pferdes 684
2. Der Wiederkäuer. 686
3. Des Schweins 688
4. Der Fleischfresser 689
B. Der Darmschlauch 690
1. Dünndarm 702
2. Dickdarm 704
C. Die Leber 705
Die Gallengänge 713
Die Gallenblase 715
D. Das Pancreas 716
6. Das Centralnervensystem von Flesch . . . . 719—756
Anatomische Uebersicht und Genese 719
Gewebe 725
Rückenmark 732
Verlängertes Mark 735
Kleinhirn 736
Mittel- und Zwischenhirn 738
Vorderhirn, Hirnrinde 739
Riechlappen 743
Sehnerv 744
Hüllen 744
Anhangsgebilde 746
1. Hypophysis cerebri 746
2. Epiphysis cerebri 749
Spinalganglien 752
Nervus sympathicus 754

Einleitung.

Die Histologie — Gewebelehre — der Thiere hat die Aufgabe, die mikroskopischen Formelemente derselben in allen ihren Eigenschaften kennen zu lernen, den Bau der thierischen Gewebe und Organe bis in die feinsten Details klar zu legen und die Gesetze, nach welchen sich die Formelemente in ihnen anordnen, zu erforschen. Sie zerlegt die thierischen Organismen, um ihren feineren Bau, die Eigenschaften der Baumittel und die innere Organisation jedes einzelnen Körpertheiles genau erkennen zu können bis in die kleinsten morphologischen Bestandtheile, bis in die elementaren Baumittel. Diese prüft sie morphologisch auf ihre Form- und Strukturverhältnisse und auf ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften. Sie studirt topographisch die gesetzmässige Anordnung und den Aufbau der Elementartheile in den Grundgeweben und Organen. Ausserdem berücksichtigt die Histologie — welche mit vollem Rechte auch als mikroskopische Anatomie bezeichnet wird — auch die Genesis der Elementartheile und der Gewebe. Die Erforschung der Lebensvorgänge (der vitalen Qualitäten) der Formelemente und der thierischen Gewebe und Organe ist Gegenstand der Physiologie. Immerhin nimmt auch die Histologie bei ihren Forschungen Rücksicht auf diese Verhältnisse. Die Gewebelehre umfasst drei Hauptabschnitte:

1. Die Zellenlehre.

Die letzte anatomische Einheit, aus der sich der Thierkörper aufbaut, führt den Namen „Zelle“. Die Wissenschaft, welche die Erkenntniss dieser Formelemente bezweckt, heisst folgerichtig die Zellenlehre oder die Lehre von den geformten Elementartheilen.

2. Die Gewebelehre im engeren Sinne.

Durch die gesetzmässige und typische Verbindung thierischer Zellen zu einer bestimmten Formation und zu einem bestimmten Zwecke entstehen die thierischen Gewebe und mit diesen beschäftigt sich die Lehre von den thierischen Geweben, die Gewebelehre im engeren Sinne.

3. Die Mikroskopische Organologie.

Die mikroskopische Anatomie der thierischen Organe und Körpertheile (Mikroskopische Organologie) lehrt, wie sich die Gewebe zur Bildung von Organen verbinden und wie letztere mikroskopisch eingerichtet sind.

Der Besprechung dieser drei Hauptabschnitte geht in diesem Lehrbuche als Einleitung ein Kapitel über das Mikroskop und die allgemeine histologische Technik und ein zweites über die Methode der Untersuchung der einzelnen Theile des Thierkörpers voraus; dann folgt die Zellenlehre, dieser die Gewebelehre im engeren Sinne und dieser die mikroskopische Organologie. An diesen letzten Abschnitt der Histologie schliesst sich eine kurze Besprechung der neueren bakterioskopischen Untersuchungsmethoden an.

Mikroskop und allgemeine mikroskopische Technik.

Von

J. Tereg,

Docent an der Kgl. Thierarzneischule in Hannover.

1. Mikroskop und Zubehör.

Die normale Histologie soll uns Aufschluss gewähren, über Form und Structurverhältnisse derjenigen Elementarbestandtheile, aus welchen die Gewebe und Organe der belebten Wesen unter gewöhnlichen Verhältnissen zusammengesetzt sind.

Das Instrument welches diesen Zwecken dient ist das Mikroskop. (Vgl. Fig. 1 S. 2).

Wir unterscheiden an demselben folgende **Hauptbestandtheile:**

Das Stativ (St.) mit dem Objecttisch (Ot.), an dessen Unterseite sich eine Vorrichtung zum Abblenden des Lichtes befindet (Diaphragma resp. *Cylinderblendung*, Bl.) und dem *Beleuchtungsspiegel* (Sp.).

Ferner *den Tubus* (T.), welcher gewöhnlich aus zwei gegenseitig verschiebbaren Messinghülsen besteht. Das untere Ende besitzt ein Gewinde zum Anschrauben der *Objectivlinse* (resp. Objectivlinsensystems, Ob.) In das obere offene Ende wird *das Ocular* (Oc.) eingesenkt: Dasselbe enthält eine obere, die Ocularlinse und eine untere, die Collectivlinse, beide planconvex. Zum genaueren Einstellen des Tubus befindet sich bei *M* die Mikrometerschraube.

Die Objectivlinsen sind entweder einfach planconvex (ebene Fläche nach unten) oder zusammengesetzt und zwar aus einer Convexlinse vom Crownglas und einer planconcaven von Flintglas. Dieselben sind durch Canadabalsam gegenseitig verkittet. Durch eine derartige Combination wird die chromatische Aberration beseitigt.

Der Gang der Lichtstrahlen wird durch umstehendes Schema versinnbildet. (Vgl. Fig. 2 S. 5).

In *a b* ist das Untersuchungsobject dardestellt, welches sich innerhalb einfacher und doppelter Brennweite des Systems (Ob.) befindet. Bei $a' b'$ würde ein reelles umgekehrtes Bild entstehen, wenn die Lichtstrahlen nicht durch die Collectivlinse (Coll.) in $a'' b''$ abgefangen würden. Letztere bringt das Bild schon in $a''' b'''$ hervor und wird dieses ebenfalls reelle Bild durch das Ocular (Oc.) betrachtet.

Da sich das entstandene Bild innerhalb der einfachen Brennweite der Ocularlinse befindet, entsteht in *A B* ein virtuelles aufrechtes Bild von $a''' b'''$.

An **Arbeitsutensilien** sind für jeden Untersucher nöthig: 1 gröbere,

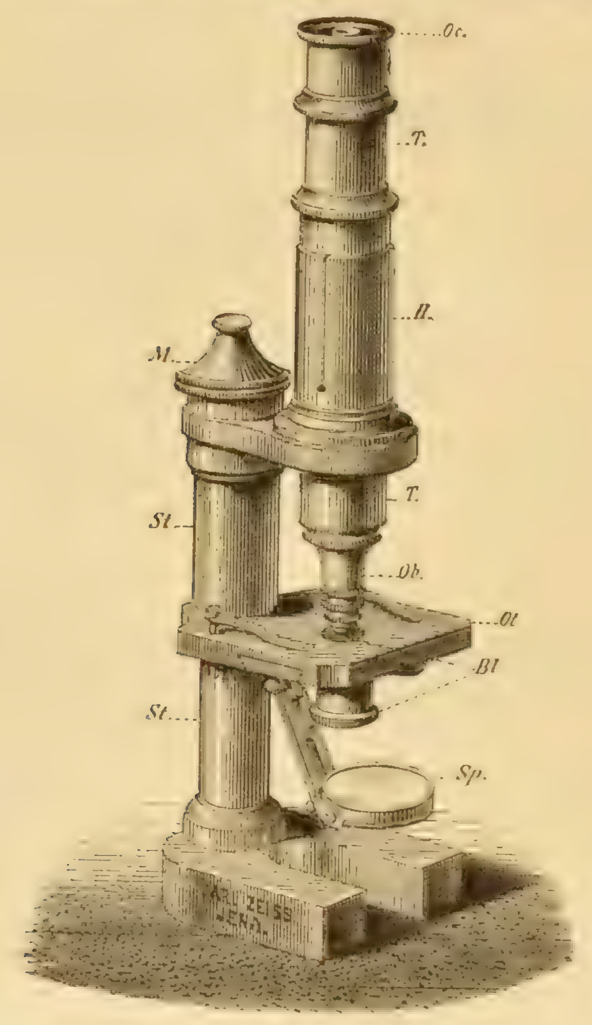


Fig. 1.
Mikroskop von Zeiss, Jena. $^1/_3$ natürlicher Grösse.
T = Tubus, *St* = Stativ, *Oc* = Ocular, *Ob* = Object, *H* = Hülse des Stativs, *Ot* = Objecttisch, *Bl* = Cylinderblendung, *Sp* = Beleuchtungsspiegel.

1 feinere Scheere, 2 Zupfnadeln aus gehärtetem Stahl, 1 feinere, 1 gröbere Pincette, 1 Staarnadel, 1 Schaufel zum Aufnehmen der Schnitte aus Flüssigkeiten. Dies Instrumentarium kann zu einem Besteck vereinigt oder im Kasten des Mikroskops untergebracht werden. — Objectträger- und Deckgläschen. — Ausserdem 2—3 Glasnäpfchen und Uhrgläser für Tinctionsflüssigkeiten, 1 flache Glasschale für Wasser, 2 Spritzflaschen für Wasser und Alkohol, 2 Glasstäbe, 1 Rasirmesser, 2 Pinsel, 1 weiches Leder- und 1 Leinwandläppchen; 1 Blatt schwarzes Papier ev. Photophor; Filtrirpapier.

Zur Benutzung in besonderen Fällen sind in den Arbeitsräumen gewöhnlich noch folgende Nebenapparate vorhanden.

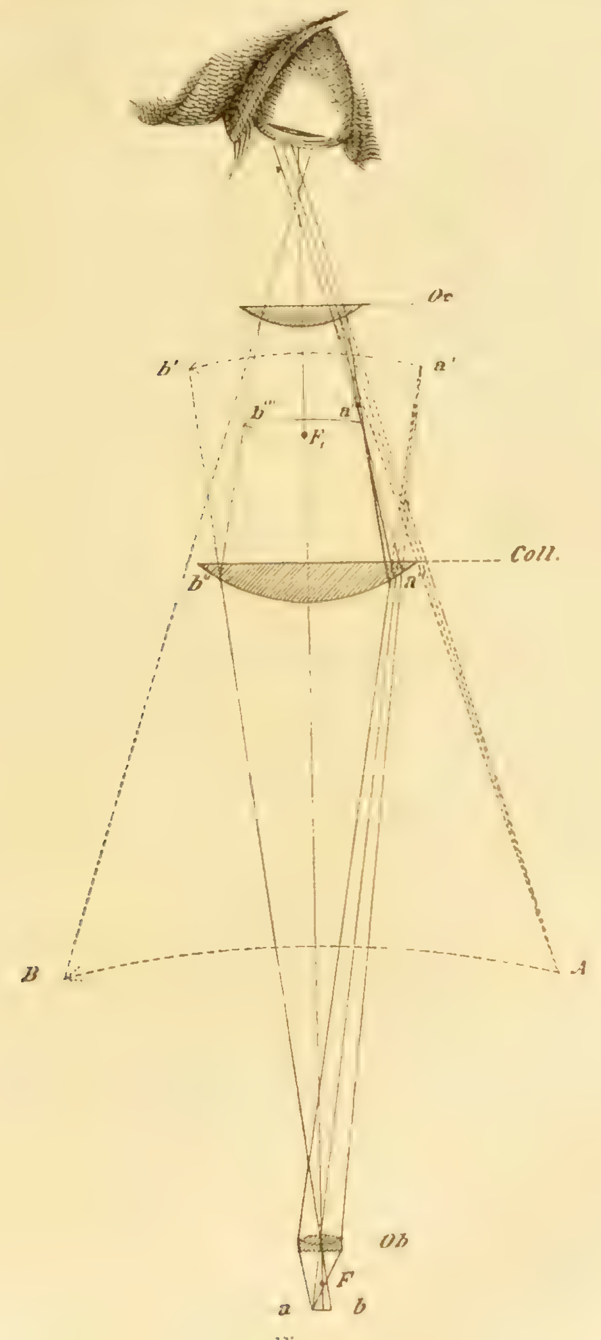


Fig. 2.

Schema der Wirkung des Mikroskops.

ab Untersuchungsobject, *a'b'* Ort des reellen umgekehrten Bildes, dessen Zustandekommen durch die Wirkung der Collectivlinse (*Coll.*) in *a''b''* verhindert und nach *a'''b'''* verlegt wird. *Ob* = Objectivlinse, *Oc* = Ocularlinse, *F* Brennpunkt von *Ob*, *F* Brennpunkt von *Oc*, *AB* virtuelles, aufrechtes Bild von *a'''b'''*

Zeichenapparate. Jeder Mikroskopiker muss im Stande sein, ohne Hülfsmittel Bilder und Skizzen zu entwerfen, welche das Gesehene wiedergeben. Wo es sich um genaueren Vergleich der Grössen oder Formverhältnisse handelt, gelangen die Zeichenapparate, aus combinirten Prismen bestehend, zur Verwendung. Das Bild erscheint durch wiederholte totale Reflexion auf dem in Höhe des Objecttisches zu befestigenden Papier und wird mit Bleistift nachgezeichnet.

Messapparate. Die bequemsten und billigsten sind die Glasmikrometer. Die absoluten Werthe der Theilstriche der Ocularmikrometer müssen für jede Vergrösserung mittelst des Objectivmikrometers berechnet werden. Jeder Theilstrich des Objectivmikrometers entspricht 0,01 *mm* = 10 Mik. (1 Mikron, μ = 0,001 *mm*). Nehmen wir an, dass z. B. 5 Theilstriche des Ocularmikrometers sich mit 6 des Objectivmikrometers genau decken, so wird jedes Object, welches den Raum eines Theilstriches des Ocularmikrometers ausfüllt $\frac{0{,}06}{5}$ = 0,012 *mm* = 12 μ lang sein. Oder 5 Oculartheilstriche decken sich mit einem des Objectivmikrometers; 1 Quertheilstrich entspricht demnach $\frac{0{,}01}{5}$ = 0,002 *mm* = 2 μ. Der Grad der Vergrösserung wird durch das Verhältniss der Grösse des Objectes und der Grösse des gesehenen virtuellen Bildes bestimmt. Die Länge des Durchmessers des Gesichtsfeldes beträgt z. B. mit dem Objectivmikrometer gemessen 1,5 *mm*, diejenige des auf dem Papier mit Hülfe des Zeichenapparates abgegrenzten Durchmessers 12 *cm*. Vergrösserung demnach $\frac{1200}{15}$ = 80.

Mikrophotographische Apparate. Der einfachste ist der von Stein und besteht derselbe in einer kleinen photographischen Kassette, welche nach Herausnahme des Oculars vermittelst einer konischen aus Buxbaum gedrehten Röhre auf den Tubus des Mikroskops aufgesteckt und festgeschraubt wird. Man stellt das Bild zuerst auf der neben der Kassette befindlichen matten Scheibe ein, schiebt alsdann die Kassette vor und entfernt den unteren Schieber. Bei schwacher Vergrösserung, wo grössere Lichtstärke vorhanden ist, wird die Expositionszeit eine kürzere zu sein brauchen als bei starker Vergrösserung. Die Hervorrufung auf den Trockenplatten geschieht mittelst Pyrogallussäure in Alkohol (6 : 30) nachdem die Platte kurze Zeit mit destillirtem Wasser angefeuchtet war. Mit unterschwefligsaurem Natron (1 : 4 aq) wird fixirt, abgespült und am Ofen getrocknet.

Polarisationsapparate. Jedes Mikroskop kann eventuell damit versehen werden. Der Apparat besteht aus dem Polarisator und dem Analysator. Ersterer wird an Stelle der Cylinderblendung in den Objecttisch, letzterer anstatt des Oculars in den Tubus eingeschoben. Bei paralleler Lage der Axen beider Nicol'schen Prismen erscheinen Gesichtsfeld und die einfach brechenden Gewebsbestandtheile hell, die doppelbrechenden dunkel. Bei Kreuzung ist das umgekehrte der Fall. Aufgelegte Glimmerplättchen bewirken Interferenz der Lichtstrahlen. Das doppeltbrechende

Object und das Sehfeld erscheinen gewöhnlich in den Complementärfarben.

Anderweitige Apparate. *Feuchte Kammer, Gaskammer, heizbarer Tisch* und *electrische Reizplatten* bestehen in der Hauptsache aus modificirten Objectträgern, welche es ermöglichen, dass Feuchtigkeit, zugeleitetes Gas, Wärme und Electricität unmittelbar auf das Untersuchungsobject einzuwirken im Stande sind.

Von denjenigen Utensilien, welche zur Präparation des Untersuchungsmaterials gebraucht werden, wird in den folgenden Abschnitten die Rede sein.

Einige Worte wären noch hinzuzufügen über die bei stärkeren Vergrösserungen in Anwendung kommenden *Immersionssysteme*, deren Gebrauch bei eingehenderen Untersuchungen nothwendig werden kann.

Das Gesichtsfeld erscheint bei Anwendung der stärkeren Trockensysteme verhältnissmäsig lichtschwach. Die Details der Objecte sind daher oft schwer zu erkennen. Es würde durch Vergrösserung des Oeffnungswinkels jenes Winkels, welcher durch die vom Brennpunkte der Linse resp. des Linsensystemes nach dem Linsenrande gezogenen Linien eingeschlossen wird) das Bild zwar an Lichtstärke gewinnen, durch die nicht zu vermeidende sphärische Aberration aber ein neuer Nachtheil bedingt sein.

Der Grund für die Lichtschwäche des Bildes liegt zum Theil mit in der Wirkung des Deckglases. Die von einem Punkte des Objectes ausgehenden Lichtstrahlen werden beim Eintritt in das Deckglas zum Einfallsloth, beim Austritt vom Einfallsloth gebrochen. Hierdurch wird jeder Objectpunkt in eine Reihe im Deckglas über einander gelegener verwandelt, wobei ein Theil der Randstrahlen die Linse überhaupt nicht

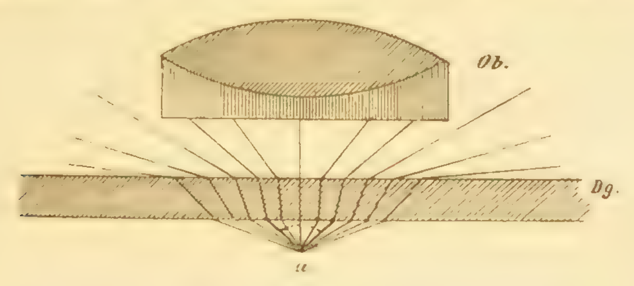


Fig. 3. Trockensystem.

a Ein Punkt des Untersuchungsobjektes, *Dg* = Deckglas, *Ob* = Objectiv, Oeffnungswinkel durch den Bogen markirt (desgleichen in Fig. 4. u. 5).

erreicht. Wird die Luftschicht zwischen Linse und Deckglas durch einen Wassertropfen, ein Medium, dessen Brechungsquotient dem des Glases sich nähert, ersetzt, so gelangt auch ein Theil der Randstrahlen in die Linse.

An den Wasserimmersionssystemen ist gewöhnlich im Interesse der Deutlichkeit des Bildes eine Correction ermöglicht, welche in der Weise ausgeführt wird, dass durch einen mit einer Scala versehenen Ring die

Linsen einander genähert oder von einander entfernt werden können. Die Ziffern an der Linsenfassung geben die genaue Deckglasdicke an, für welche die Correction eingerichtet ist. Bei dickeren Deckgläsern werden die Linsen des Systems einander genähert, bei dünneren in grössere gegenseitige Entfernung gebracht.

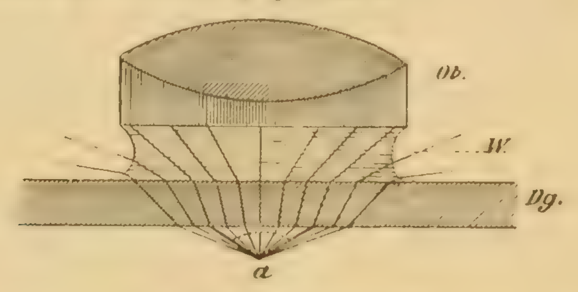


Fig. 4. Wasserimmersion.

a ein Punkt des Untersuchungsobjectes, *Dg* = Deckglas, *Ob* = Objectiv, *W* Wasserschicht zwischen Deckglas und Objectivlinse.

Bei Oelimmersionssystemen (auch homogene Immersion genannt, da das Cedernholzöl denselben Brechungsindex besitzt als Glas) ist jeder Verlust an Licht vermieden und können auch die stärksten Oculare benutzt werden. — Bei Studien über Kerntheilung ist zweckmässig der

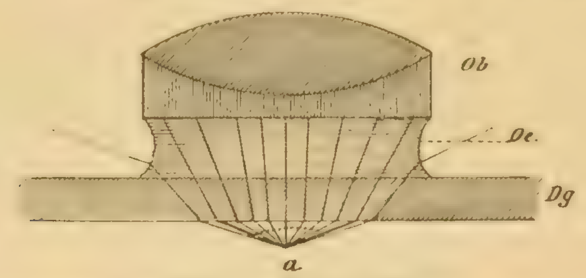


Fig. 5. Oelimmersion.

a ein Punkt der Untersuchungsobjekte, *Dg* = Deckglas, *Ob* = Objectiv, *Oe* = Oelschicht zwischen Deckglas und Objectivlinse.

Abbe'sche Beleuchtungsapparat zu verwenden, welcher unter dem Objecttisch befestigt wird. Die von dem Spiegel auf die planconvexe Linse des Apparates geworfenen Lichtstrahlen werden durch dieselbe so gebrochen, dass sie sämmtlich in einem Punkt (Brennpunkt) zusammen laufen. Dieser Punkt liegt genau an der Stelle des Objects.

Eine grosse Zeitersparung ermöglichen die *Revolver-Objektivhalter*, mit welchen jedes grössere Mikroskop ausgerüstet werden kann.

2. Präparation des Materials zur Untersuchung.

Im frischen Zustand.

Von thierischen *Flüssigkeiten* (Chylus, Lymphe, Blut, Speichel, Harn und dergl.) wird ein Tropfen mittelst Pipette oder Glasstab auf den Objectträger gebracht.

Man kann nun sofort oder nach Zugabe eines Tropfens Zusatzflüssigkeit[1]) das Deckglas auflegen. Das gereinigte Deckglas wird mit der kleinen Pincette am Rande erfasst, der entgegengesetzte Rand auf den Objectträger gestützt und durch allmähliges Neigen die ganze Fläche mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht. An den Rändern etwa vorquellende Flüssigkeit wird mit Fitrirpapier oder der Pipette abgesaugt.

Dünne Membranen werden ohne Weiteres auf dem Objectträger ausgebreitet und je nach Bedarf aufhellende oder indifferente Flüssigkeiten zugesetzt. Um bei Behandlung mit anderweiten Reagentien Schrumpfungen etc. zu vermeiden, empfiehlt es sich Membranen, contraktile oder elastische Elemente am Objectträger leicht antrocknen zu lassen resp. durch Wachs oder Siegellack ausgespannt zu befestigen.

Zur *Isolirung* von Gewebsbestandtheilen wird das Untersuchungsmaterial zerzupft oder macerirt. Das Zupfen geschieht sorgfältig unter Benutzung der Stahlnadeln, ev. mit Zuhülfenahme einer Loupe in Zusatzflüssigkeit auf den Objectträger. Zur Maceration werden chemische Reagentien (Säuren, Alkalien, Salze) verwendet; in diesen Flüssigkeiten bleibt das frisch hineingelegte Material längere oder kürzere Zeit. Nach Auflösung der Kittsubstanzen resp. des Bindegewebes erhält man die einzelnen Zellen oder Zellenkomplexe durch einfaches Ueberstreichen mit einer Skalpellklinge, Zupfen, oder auch unter Anwendung eines leichten Druckes mit der Nadel auf das Deckglas, vorausgesetzt, dass kleinere Partieen noch zusammenhängenden Gewebes das Präparat bilden. Ebenso kann leichtes Schütteln der macerirten Stückchen im Reagensglase zum Ziele führen.

Eine besondere Art der Maceration ist in der sogenannten *Verdauungsmethode* gegeben. Fast ausschliesslich werden künstliche Pepsin- und Trypsinlösungen angewendet. Die betreffenden Gewebs- oder Organtheile werden im Reagensglas mit der Verdauungsflüssigkeit in den Brütofen gebracht und bei 37—40° C. kürzere oder längere Zeit sich selbst überlassen. Die Wärme wird durch einen Bunsen'schen Regulator constant erhalten. Die einzelnen Stadien der Verdauung lassen sich gut am erwärmbaren Objecttisch beobachten. Das Pepsin verdaut das Bindegewebe, die Muskelsubstanz, die meisten zelligen Elemente etc., während das elastische Gewebe, die Nervenfasern erhalten bleiben. Das Trypsin löst die elastischen Fasern, ebenso die feineren Fäserchen der *Neuroglia*, dagegen bleiben die Bindegewebsfibrillen intakt.

Mit Erfolg wird zur Zerstörung des Bindegewebes und Isolirung von elastischen Fasern und dergleichen *das Kochen* mit verdünnten Alkalien angewendet. Zu Erhärtungszwecken kommt die Kochmethode in der normalen Histologie wohl kaum in Betracht. —

In den meisten Fällen müssen von den Untersuchungsobjecten dünne Schnitte angefertigt werden

An frischem Material ist dies ungleich schwieriger als an gehärtetem,

1) Die hier in Betracht kommenden Flüssigkeiten werden im Zusammenhange mit den übrigen chemischen Reagentien besprochen.

deshalb wird fast stets das letztere vorgezogen. Für frisches Material ist die Anwendung eines Doppelmessers empfehlenswerth. Man ist auch im Stande sich mit einem einfachen Rasirmesser zu behelfen, wenn die zu schneidenden Stückchen so gross sind, dass sie über dem Zeigefinger der linken Hand in Spannung erhalten werden können.

Bezüglich der *Anfertigung der Schnitte* ist ein für allemal zu beachten, dass Klinge und Präparat feucht erhalten werden müssen, es sei denn, dass von getrocknetem Material geschnitten wird. Als Benetzungsflüssigkeit bedient man sich gewöhnlich des Wassers unter Zusatz von etwas Alkohol. Der auf dem Messer schwimmende Schnitt wird mit einem feinhaarigen Pinsel abgehoben und auf den Objectträger gebracht, wo er zur Untersuchung fertig gestellt wird. Meist empfiehlt es sich jedoch, mehrere Schnitte hinter einander anzufertigen und dann die brauchbarsten auszuwählen; in diesem Falle bringt man sie vom Pinsel in die mit Wasser oder indifferenter Flüssigkeit gefüllte flache Glasschale. Zum Herausheben der ausgewählten Schnitte aus dem Gefäss wird die kleine Schaufel benutzt.

Am vorzüglichsten hat sich zur Anfertigung von Schnitten von frischem Material die *Gefriermethode* bewährt. Die älteren Gefrierapparate, bei welchen Kältemischungen in Anwendung kamen, sind ausser Gebrauch. Zur Erzeugung der niederen Temperatur bedient man sich der Aetherssprayapparate. Die durch den verdunstenden Aether erzeugte Kälte bringt das zu schneidende Material auf der Metallplatte, welche sich über dem Zerstäubungsapparate befindet, zum Gefrieren. Man schneidet nunmehr mit dem einfachen Rasirmesser oder, wenn die Metallplatte oder das Metallkästchen an einem Mikrotom zu befestigen ist, mit dem Mikrotommesser.

Die *Mikrotome* gewähren für die Messerklinge eine sichere Führung und ermöglichen durch eine feine Schraube das Emporschieben des Materials um sehr geringe Distanzen. Das zweckmässigste Mikrotom, welches anerkanntermassen den gestellten Anforderungen am besten entspricht, ist das von Schanze in Leipzig konstruirte Schlittenmikrotom. Die Klinge wird an dem Metallschlitten festgeschraubt und das Präparat durch eine Schraube, deren Ganghöhe 1 *mm* beträgt, der Klinge entgegengebracht. An der Schraube selbst ist eine Scheibe mit 50 Theilstrichen angebracht; die Verschiebung um einen Theilstrich entspricht sonach 0,02 *mm* Schnitte von 0,04 *mm* Dicke sind ohne Schwierigkeit herzustellen. 1 grössere und 1 kleinere Klemme wird zur Befestigung gehärteten Materials benutzt.

Im gehärteten Zustand.

Das Härten geschieht zu dem Zweck, dem Gewebe eine so grosse Resistenz zu verleihen, dass mit genügender Sicherheit feine Schnitte hergestellt werden können.

Am einfachsten und schnellsten führt die *Trocknungsmethode* zum Ziel. Dieselbe eignet sich jedoch nur für membranöse Gewebe, Gefässe,

Darm und ähnliche röhrenförmige Organe, Lunge, Muskeln und die Linse. Kleinere Stückchen der Präparate werden auf Kork gelegt, mit Nadeln ausgespannt und bei 30—40° C. getrocknet, Lunge, auch Darmtheile etc. im aufgeblasenen Zustande. Da die Schnitte in Flüssigkeiten aufquellen, ist auf möglichste Feinheit bei deren Anfertigung zu achten. Membranöse Präparate werden zwischen Klemmleber, Hollundermark oder in Einbettungsmasse aus freier Hand oder mit dem Mikrotom ohne Anfeuchtung der Klinge geschnitten.

Will man Hollundermark zum Einklemmen benutzen, so wird in dasselbe mit einem Glasstab eine Oeffnung gebohrt, welche so gross sein muss, dass sie das Material bequem aufnehmen kann.

Die *Einbettung* kann für jedes auf irgend eine Weise gut gehärtete Material Verwendung finden, besonders wenn die Stückchen so klein oder dünn sind, dass sie nicht ohne weitere Hülfsmittel in der Hand zu halten sind. Von Einbettungsmassen sind verschiedene in Gebrauch. Die Zusammensetzung einiger derselben ist weiter unten angegeben. Die Masse wird in einer Porcellanschale erwärmt, dass sie eben flüssig wird und dann in eine der Grösse des Objects entsprechende Blechform gegossen. Sehr zweckmässig sind Blechkästchen mit verschieden grossen Fächern, deren Seiten zum Aufklappen eingerichtet sind. Wenn die Masse zu erstarren anfängt, wird das Material hineingelegt und die Lage durch eingesteckte Nadeln oder Borsten gekennzeichnet.

Eine grosse Sorgfalt erfordert die *Anwendung der Härtungsflüssigkeiten*, wenn gute Resultate erzielt werden sollen. Es kommen hier in Betracht Alkohol, Chromsäure und deren Salze, Pikrinsäure, Ueberosmiumsäure und die Gummihärtung.

Die Gewebsstücke dürfen für gewöhnlich das Volumen von 2—3 *ccm* nicht überschreiten. Man hängt dieselben in der reichlich bemessenen Härtungsflüssigkeit an hohlen Glaskugeln oder Korkstückchen auf. Membranöse Theile werden auf Korkplatten ausgespannt (Befestigung mit Igelstacheln) einfach der Flüssigkeit aufgelegt. Wird das Flüssigkeitsquantum nicht reichlich bemessen, so muss dasselbe öfter erneuert werden.

Der Alkohol erhärtet die Objecte dadurch, dass er das Eiweiss coagulirt und sich dem Wasser substituirt. Desgleichen wird ein Theil des Fettes extrahirt. Durch die Wasserentziehung schrumpfen die Gewebe; in Wasser quellen die Schnitte zwar wieder, feinere Structurverhältnisse sind nach längerem Liegen im Alkohol jedoch nicht mehr zu erkennen. Absoluter Alkohol ist jedem weniger concentrirtem vorzuziehen. Man rechnet auf ein Gewebe-Stück von der oben angegebenen Grösse ca. 30 *ccm* Alkohol. Nach 24—48 Stunden ist das Präparat schnittfähig. Sollte die Härtung dann noch nicht genügen (bei Lunge und Muskeln zumeist der Fall) dann wendet man das Gummiverfahren an. Für das Centralnervensystem eignet sich Alkohol als Härtungsflüssigkeit nicht. Hierfür ist die Chromsäure und deren Salze nicht zu entbehren. —

Bei Anwendung der *Chromsäure* beginnt man mit 0,2 pCt. Lösung und schreitet im Laufe von je 8—14 Tagen bis zu 0,5 pCt. vor. Auf 1 *ccm* Material rechnet man 200 *g* Flüssigkeit. Nach 4—6 Wochen ist die Härtung meist eine genügende.

Das doppeltchromsaure Kalium resp. Ammonium hat denselben Effect, nur muss eine 2—5 pCt. Lösung verwendet werden. Das Material wird niemals brüchig wie dies bei reiner Chromsäure häufiger vorkommt.

Müller'sche Flüssigkeit ist als Erhärtungsmittel für das Nervensystem und den Bulbus vielfach in Gebrauch. Sie besteht aus Kali bichrom. 2,0 Natron sulfuric. 1,0 Aqu. dest. 100. Die Zeitdauer zur Härtung ist die gleiche wie bei reiner Chromsäure und deren Salzen.

Merkel'sche Flüssigkeit, Gemisch einer 0,25 pCt. Chromsäurelösung mit gleichen Theilen einer 0,25 pCt. Platinchloridlösung, gewährt den darin geharteten Organen ebenfalls eine gute Schnittfähigkeit.

Zur Verhütung der Schimmelbildung in Chromlosung wird ein Stückchen Kampher zugesetzt.

Die Wirkung dieser Lösungen besteht darin, dass sich die Chromsäure mit den Gewebselementen verbindet, so dass diese gewissermassen gegerbt werden.

Pikrinsäure in gesättigter Losung wirkt in kürzerer Frist erhartend. Die Albuminate werden allmälig in die unlosliche Modification übergeführt; Schrumpfung tritt fast gar nicht ein. Für Organe welche mit Carminleim injicirt sind, ist Pikrinsäure, ebensowenig concentrirtere Chromsäure zum Härten zu empfehlen, da die Farbe zerstört wird. Beide Säuren extrahiren auch nach und nach Kalksalze, worauf Rücksicht zu nehmen ist.

Ueberosmiumsäure in 0,2 bis 1 pCt. Lösung erhärtet in 24 Stunden kleine (nicht über 0,5 *cm* breite) Gewebsstückchen. Die Härtung kann in gutverschlossenen Reagensgläsern vorgenommen werden. Zartere Structurverhältnisse bleiben sehr gut erhalten. Bei ungenügender Consistenz wird in Alkohol die Härtung vollendet ev. das Gummiverfahren angewendet.

Die Conservirung ev. Nachhärtung aller mit den bisher bezeichneten Flüssigkeiten behandelten Präparate geschieht in Alkohol, die Chrom- und Pikrinfärbung wird durch 1—2 tägiges Auswässern vorher beseitigt. Unbedingt nothwendig wird sorgfältiges Auswässern, wenn die Präparate anderweitig gefärbt werden sollen.

Erhärtung mit Gummi. Das Stückchen gelangt für 24 Stunden in 3 pCt. Kaliumbichromatlosung; darauf 24—30 Stunden in syrupdicken arabischen Gummi, der zur Vermeidung zu zäher Consistenz ev. mit Glycerin versetzt werden muss; von da in Alkohol. Durch die Wasserentziehung wird das Ganze schnittfähig.

Auch concentrirte Sublimatlösung und verdünnte Salpetersäure kann mit Vortheil zum Härten benutzt werden.

Gewisse Organe, wie Knochen etc. besitzen an und für sich eine grosse Härte, welche die Anfertigung von Schnitten mit dem Messer nicht gestattet. An Stelle desselben wird in solchen Fällen eine Laub- oder andere feine Säge benutzt. Vor Anfertigung der *Sageschnitte* werden die betreffenden Stücke im Bedarfsfalle mit Benzin entfettet. Die Schnitte selbst werden so dünn als eben möglich angelegt, die Unebenheiten durch Abschleifen auf benetztem Bimstein, dann auf einem feinen Schleifstein beseitigt.

Zähne sind auch mit der Säge nicht glatt zu durchschneiden. Man spannt anstatt des Sageblattes eine dünne Klavierseite ein und bringt in die Sagefurche feinsten Schmirgel mit Wasser angefeuchtet.

Kommt es nicht darauf an, die Kalksalze im Gewebe zu erhalten, so kann man durch das *Entkalkungsverfahren* die organische Substanz isoliren. Die Dauer der Entkalkung richtet sich nach der Concentration

der unten angegebenen Säuren. Nach dem Entkalken ist das Material in Alkohol schnittfähig zu machen.

Um die Gerüstsubstanz mancher Organe darzustellen, ist es erforderlich, die *Auspinselung* anzuwenden. Für zartere Gewebe wird der Pinsel flach, für resistente einer mit abgeschnittener Spitze auftupfend gebraucht. Der Schnitt liegt im Wasser oder Glycerin, auf dem Objectträger oder in einer flachen Schaale.

Ist der Schnitt angefertigt, so wird derselbe zumeist gefärbt. — Dem *Färbungsverfahren* können jedoch auch kleinere Gewebsstücke, insbesondere Embryonen in toto unterworfen werden. Die Behandlung ist im Princip dieselbe, wie die für Schnitte, nur müssen die Farbstoffe längere Zeit einwirken, um genügend durchzufärben, das Färben der Schnitte ist mühsamer aber sicherer. — Frisches Material wird vielfach in alkoholische Farbstofflösungen gebracht, wodurch neben der Färbung zu gleicher Zeit die Härtung besorgt wird. Zur Färbung von Isolationspräparaten wird ein Tropfen Färbeflüssigkeit an einen Rand des Deckglases gebracht und von dem entgegengesetzten Ende her die ursprüngliche Flüssigkeit durch Absaugen mit Filtrirpapier entfernt. — In der angedeuteten Weise wird ein Flüssigkeitswechsel unter dem Deckglas allgemein bewerkstelligt. —

Durch die Färbung beabsichtigt man sich weitergehende Aufschlüsse über die Structur zu verschaffen, als es ohne dieselbe möglich ist, da sich bestimmte Partieen nach der Färbung scharf hervorheben. Ausserdem gewinnt der Untersucher einen Einblick in die chemische Natur der Gewerbe: der Färbungsmethode kommt nämlich auch der Werth einer mikrochemischen Reaction zu. Dadurch, dass gewisse Elemente bestimmte Farbstoffe aufnehmen (Election), documentiren sie eine von den übrigen verschiedene Zusammensetzung, welche häufig aus der Affinität zu dem Farbstoff zu erschliessen ist.

Die Manipulationen beim Färben sind in etwas verschieden, je nachdem man es mit wässerigen oder alkoholischen Farbstofflösungen zu thun hat. Erstere sind gebräuchlicher.

Als Regel gilt, dass in wässerige Lösungen nur solche Schnitte zu verbringen sind, welche vorher schon in Wasser gelegen haben; analog ist bei alkoholischen zu verfahren. Entstammt ein Schnitt z. B. einem in Alkohol gehärteten Präparate, so kann derselbe sofort in alkoholische Farbstofflösung gebracht werden. Soll er in wässeriger tingirt werden, so ist es nöthig, den Alkohol durch Auswässern aus dem Schnitt zu entfernen. An dem Untersinken in Wasser erkennt man die genügende Imbibition.

Die Schnitte bleiben in der Färbeflüssigkeit, bis sie genügend gefärbt sind. Der Eintritt dieses Momentes erfordert bei den einzelnen Tinctionsmitteln verschieden lange Zeit, und wird hierauf bei Besprechung der Farbstoffe aufmerksam gemacht werden.

Bezüglich der weiteren *Behandlung gefärbter Schnitte* mag das Folgende die nothigen Anhaltspunkte gewähren. Nach dem Heraus-

heben aus der Farblösung entfernt man den überschüssigen Farbstoff durch Abspülen mit Wasser resp. Alkohol und untersucht unter Verwendung entsprechender Zusatzflüssigkeit. Auch hier gilt der oben angedeutete Grundsatz.

Soll nämlich in Wasser, Glycerin oder in wässeriger Salzlösung untersucht werden, so muss der Schnitt mit Wasser imbibirt sein.

Wird als Einschlussmasse ätherisches Oel benutzt, so ist vorangegangene Alkoholimbibition, wenn harzige Massen (Canadabalsam, Dammarharz) als Einschlussmasse benutzt werden sollen, vorangegangene Oel-Imbibition nothwendig —

Die in Glycerin und Harzen eingeschlossenen Schnitte können als *Dauerpräparate* konservirt werden.

Die Glycerinpräparate sind für diesen Zweck sorgfältig mit Asphaltlack oder Canadabalsam oder schneller und dauerhafter mit Terpentinharz zu umranden. Während erstere beiden Massen nach möglichster Entfernung des überstehenden Glycerins mit dem Pinsel in mehrfacher Wiederholung auf das Deckglas übergreifend aufgetragen werden, geschieht dies bei Verwendung der Harzmasse derart, dass dieselbe durch einen in Spiritusflamme erhitzten Draht verflüssigt und schnell auf den Objektträger übertragen wird. Diese Harzmasse wird durch Zusammenschmelzen einer Mischung von Colophonium und Terpentin erhalten; man wählt das Verhältniss in der Weise, dass der von heissem Drahte niederfallende Tropfen schnell erkaltet, fest ist und nicht Faden zieht. Die so sorgfältige und deshalb immer zeitraubende Säuberung von überstehendem Glycerin wird erspart durch Verwendung des Gold-Size (bei James How, Farringdon-Street 73, London) als ersten Verschluss. Mit dem Pinsel aufgetragen, mischt sich dasselbe sowohl mit Glycerin, wie es andererseits auch den Terpentinrahmen gestattet. Für vorübergehende Conservirung in wässeriger Flüssigkeit, besonders um Verdunstung zu verhüten, empfiehlt sich auch der Paraffinrahmen, der wie der Harzrahmen durch den heissen Draht hergestellt wird.

Die Reihenfolge in der Behandlung eines Schnittes, welcher von einem in Alkohol gehärteten Organe kommt, bis zur Fertigstellung eines Dauerpräparates in Balsam, würde also sein:

1. Einlegen in Wasser (zur Entfernung des Alkohol);
2. Färbung in der wässerigen Tinctionsflüssigkeit;
3. Einlegen in Wasser (zur Entfernung des überschüssigen Farbstoffes);
4. Einlegen in Alkohol (zur Entwässerung);
5. Einlegen in Nelkenöl (zur Verdrängung des Alkohol und Aufhellung des Präparates);
6. Einschluss in Canadabalsam.

Behufs Einschluss in Glycerin wird bei 3. abgebrochen und der Schnitt direct in den Glycerintropfen auf dem Objectträger gebracht.

Bevor die Schnitte in eine andere Flüssigkeit gelegt werden, empfiehlt es sich, die an der Schaufel adhärirenden Tropfen mit Filtrirpapier abzusaugen und auch den Schnitt leicht zu trocknen.

3. Chemische Reagentien.

Die chemischen Reagentien sollen in ausreichenden Mengen, die flüssigen in grösseren Flaschen, die übrigen in Standgefässen mit eingeriebenen Stöpseln vorräthig gehalten werden. Dasselbe gilt von den gebräuchlichsten Lösungen. Die nothwendigsten müssen auf dem Arbeitstisch zur Hand sein. Kleine Arbeits-Etageren, 6 Kobaltfläschchen oder die von Ranvier benutzten Gläschen enthaltend, sind sehr zweckmässig. Die letztgenannten kleinen Flaschen sind durch eine Staubglocke geschützt und tragen einen als Pipette dienenden Stöpsel, welcher bis zum Grunde des Gefässes eintaucht; an seinem oberen Ende befindet sich ein kleines Luftloch. Dieselben enthalten Glycerin, verdünnte Essigsäure, verdünnte Kalilauge, Jodlösung, Carmin, Pikrocarmin oder Hämatoxylinlösung. Die Glycerinflasche ist an der Oeffnung des Stöpsels mit Siegellack zu verschliessen, um das Ueberfliessen des Glycerin zu verhüten. In Nachstehendem sind die hauptsächlichsten Reagentien und ihre Verwendung einer kurzen Besprechung unterzogen

Zusatzflüssigkeiten.

Destillirtes Wasser. Wird für sich allein nur selten als Zusatzflüssigkeit benutzt; dient meist zur Verdünnung anderer Reagentien, zum Auswaschen von gefärbten Schnitten u. s. w.

Indifferente.

Die Gewebe werden durch Einwirkung vieler Reagentien verändert. Will man dies vermeiden, so bedient man sich thierischer Flüssigkeiten oder solcher Gemenge, welche Ersatz dafür bieten. Die gebräuchlichsten sind

Jodserum. Anniosflüssigkeit mit einigen Blättchen reinen Jod's oder auf 30 *g* Flüssigkeit mit 6 Tropfen Jodtinktur versetzt.

Künstliches Jodserum

30 *g* Eiweiss,
270 *g* Wasser,
2,5 *g* Kochsalz,
2,5 *g* Jodtinktur.

Sogen. »physiologische« Kochsalzlösung 0,6 — 0,75 procentig.

Aufhellende.

Die Gewebsbestandtheile haben ein verschiedenes Brechungsvermögen. Durch Zusatz von reinem oder verdünntem Glycerin, Terpentinöl, Nelkenöl, Canadabalsam werden diejenigen Gewebe, welche denselben Brechungsindex wie die Zusatzflüssigkeit haben, durchscheineud; diejenigen deren Brechungsexponenten andere sind, treten deutlicher hervor. Die harzigen Substanzen sind mit Chloroform oder Terpentinöl bis zu Syrupconsistenz zu verdünnen.

Das essigsaure Kalium eignet sich als Ersatz des Glycerin für Gewebe, welche mit Ueberosmiumsäure oder Anilinfarben behandelt worden sind.

Säuren. (Essigsäure, Ameisensäure — 0,5 bis 1 procentig —) verändern den Brechungsindex des Bindegewebes durch Quellung und den granulirten Protoplasmamassen durch theilweise Lösung von Eiweiss (Syntoninbildung), wodurch das Präparat ebenfalls aufgehellt wird. Elastisches Gewebe, Fett und die Kerne bleiben unverändert.

Macerations-Flüssigkeiten.

Durch Auflosen der Kittsubstanzen bei Erhaltung und Fixirung des Zellprotoplasma wirken

Alkohol: 1 Theil auf 2 Theile Wasser. (Rothe Blutkörperchen werden aufgelöst). Epithelien.

Holzessig.

Chromsäure	2 : 10 000	Ganglienzellen.
Saure chromsaure Salze	2 : 1 000	

Neutrales chromsaures Ammoniak, 5 procentig. Nieren.

Jodserum. — Die genannten Lösungen wirken in einigen bis 24 Stunden.

Osmiumsäure, 0,5 procentig, bewirkt in einigen Minuten bis 1 Stunde Isolirung.

Eine Isolirung der zelligen Elemente, welche bei längerer Einwirkung allerdings mit mehr oder weniger tiefgreifenden Veränderungen einhergeht, ist zu erzielen durch

Kali oder Natronlauge. 30—50 procentig. (Nerven, Muskeln, Drüsen). Verdünnte Losungen (1—3 pCt.) bewirken Aufquellen resp. Auflösung der Albuminate des Bindegewebes, der contractilen und Hornsubstanzen. Unverandert bleibt elastisches Gewebe, Fett, Pigmente, Cellulose und Chitin.

Barytwasser soll fibrllären Zerfall der Bindesubstanzen in 5—6 Stunden hervorrufen.

Chlorwasserstoffsäure (50 pCt) zur Isolirung der Harnkanälchen benutzt. Erwärmen auf 37 ° C. während 6—8 Stunden. Bei gewöhnlicher Temperatur bis 24 Stunden.

Salpetersäure 1 : 4—5 Wasser. Isolirung von Muskelfasern nach 18–20 Stunden. Auch mit Kaliumchloratlösung in demselben Verhältniss verwendet.

Schwefelsäure. Concentrirt und erwärmt kann dieselbe zur Isolirung der Zellen horniger Theile benutzt werden.

Die Anwendung der Säuren in concentrirter Lösung erfordert grosse Vorsicht, da zu beruecksichtigen ist, dass die Metalltheile des Mikroskopes, besonders aber Linsen, sehr leicht durch die Benetzung unbrauchbar gemacht werden können. Reichliches Abspülen der Gewebe mit Wasser ist dringend anzurathen.

Verdauungs-Flüssigkeiten.

Pepsinlösung. Frische oder getrocknete Schleimhaut vom Labmagen (jede andere Magenschleimhaut mit Fundusdrusen ist ebenso geeignet) wird mit 0,1 pCt. Salzsäure, 1 Stunde im Brütofen bei 27—40 ° C. digerirt. Nach dem Filtriren ist die Flüssigkeit zum Gebrauch geeignet

Pankreasextract. Zerkleinertes Pankreas frisch getödteter Thiere wird mit Alkohol, darauf mit Aether auf dem Wasserbade extrahirt. Nach Abdunstung des Aethers wird der Rückstand mit der 5—10fachen Gewichtsmenge 0,1 pCt. Salicylsäure bei ca. 40 ° C. 4 Stunden lang digerirt, dann colirt und filtrirt.

Entkalkungs-Flüssigkeiten.

Zur Entkalkung sind nur Säuren verwendbar. Der Vorgang beruht auf der Bildung löslicher Kalksalze. Je verdünnter die Lösungen sind, desto länger die Dauer bis zur vollständigen Entkalkung, desto grösser aber auch die Schonung der Gewebe. Zur Verwendung gelangen:

Chromsäure 1—2 pCt. (gewöhnlich noch mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt);

Pikrinsäure, concentrirte Lösung;

Salzsäure, 0,1 pCt. Die Zeit bis zur vollkommenen Entkalkung ist für diese Fälle auf Wochen zu bemessen. Bedeutend schneller wirkt Salzsäure in 5–10 pCt. Lösung.

Einbettungsmassen.

Diejenige Masse, mit welcher sich am saubersten und ohne Zeitverlust arbeiten lässt besteht aus

4 Theilen Wallrath
1 Theil Ricinusöl oder Cacaobutter.

Vor der Einbettung wird das Präparat mit Nelkenöl oder Bergamottöl schwach befeuchtet: etwa anhaftende Krystalle werden nach dem Schneiden durch Benetzen mit einer Mischung von 4 Theilen Terpentinöl und 1 Theil Creosot entfernt.

Von anderweitigen Gemischen sind folgende recht brauchbar.

Paraffin	5 Theile
Paraffinöl	1 Theil
Schweinefett	1 Theil

ferner

Wachs	3 Theile
Olivenöl	1 Theil.

Auch Transparentseife wird empfohlen. Dieselbe wird in heissem Alkohol ($^1/_3$–$^1/_2$ ihres Volumens) gelöst und das Präparat umgossen. Schnittfähig wird die Masse indess erst nach 1–3 Tagen. Dasselbe gilt vom Gummi arabicum, welches mit Glycerin zu einem Brei von Honigconsistenz angerührt wird. Als Form wird eine Papierdüte benützt, die in Alkohol zu legen ist.

Paraffin allein eignet sich gleichfalls sehr gut zum Einbetten. Gefärbte und in Terpentinol aufgehellte Stücke bringt man eine Zeit lang in eine aus gleichen Theilen Terpentinol und Paraffin bestehende Masse und darauf in flüssiges Paraffin, welches beim Abkühlen erstarrt.

Entfettende Flüssigkeiten.

Alkohol extrahirt Fett, jedoch nur in beschränktem Masse.

Aether, Chloroform, Benzin mischen sich nicht mit Wasser. Die zu entfettenden Präparate müssen deshalb zuvor in Alkohol gelegt werden.

Färbende Substanzen.

Ausser den eigentlichen Farbstoffen sind hierher zu rechnen:

Jod. In Alkohol oder Jodkalium (Jod. 1,0 Kal. jod. 2,0 aq. dest. 50,0 für den Gebrauch event. mit Wasser bis zur Cognacfarbe verdünnt) gelost. Giebt mit Stärke eine blaue, mit Glycogen und Amyloid eine burgunderrothe Färbung. Durch Zusatz von 1 pCt. Schwefelsäure geht die Amyloid-Farbung in einen dunkelgrünen bis blauen Farbenton über. Eiweiss und collagene Substanzen färben sich gelb, das Fett und die Kerne mit etwas dunklerer Nüance, Blutkörperchen braunroth.

Chromsäure und deren Salze färben gelbbraun (Nebenniere).

Pikrinsäure giebt gelbe Färbung.

Salpetersaures Silber färbt in sehr verdünnten Lösungen (1 : 1000) das Protoplasma braun, die Kerne etwas dunkler;

Goldchlorid, grün, blau oder violett, Ueberosmiumsäure braun bis schwarz (Fett), das Nervenmark blauschwarz.

Farbstoffe.

Die Affinität der einzelnen Gewebsbestandtheile ist nicht für alle Farbstoffe gleich. Solcher Färbeflüssigkeiten, welche das Protoplasma vorzugsweise tingiren, giebt es nur wenige (Eosin, Orseille); kernfärbende Substanzen sind in grösserer Menge vorhanden (Haematoxylin, Alaun-Carmin, die basischen Anilinfarben, ebenso jene, welche neben Kernfärbung auch eine Tinction des Protoplasma bewirken (Ammoniac-Carmin, Pikrocarmin etc.). Eine stricte Trennung der Farbstoffe nach ihrer Wirkungsweise ist jedoch nicht durchführbar, da sich das Verhalten auch wesentlich nach der Qualität der übrigen bei der Tinction zur Verwendung kommenden Reagentien richtet. — Vorzugsweise werden wässerige Lösungen benutzt.

Eosin (Tetrabromfluorescin-Kali). Die wässerige Lösung (1 : 1000) färbt in 1—1½ Minute jedes Gewebe, besonders aber rothe Blutkörperchen, rosaroth. Der gefärbte Schnitt wird einen Moment in schwach mit Essigsäure angesäuertes Wasser getaucht. Vielfach mit kernfärbenden Substanzen (auch Osmium und Silber) zu Doppeltinctionen verwendet.

Orseille. Sogenanntes französisches Orseille-Extract wird in einem Gemenge von 20 *ccm* absolutem Alkohol, 5 *ccm* Essigsäure (1,070 sp. Gew.) u. 40 *ccm* destillirtem Wasser bis zur Saturation gelöst. Diese Lösung hat die Eigenschaft, die Protoplasmamassen und Grundsubstanz zu färben. Zellkerne und verhornte Epithelien bleiben ungefärbt. Zum Einschluss empfiehlt sich Levulose.

Haematoxylin. Der reine Farbstoff stellt strohgelbe oder braune Krystalle dar. Es werden nach Böhmero, 35 Haematox. in 10 Theilen absolutem Alkohol gelöst. Eine zweite Lösung besteht aus 0,5 Alaun und 30,0 destillirtem Wasser. Man bringt einige Tropfen der ersteren Lösung in letztere, bis sich ein schönes Violett entwickelt. Gegenwart einer Säure oder eines Alkali ist zu vermeiden, da sonst nachträgliche Entfärbung des Präparates eintritt. In Chromsäure gehärtetes Material muss sorgfältig ausgewaschen sein. Die Färbung ist in 5—10 Minuten vollendet.

Als sehr verwendbar empfiehlt sich auch eine rein wässerige koncentrirte Lösung, welche beim Gebrauch tropfenweise zu einer koncentrirten wässerigen Alaunlösung gegeben wird. Die Färbung erfordert nur 1—3 Minuten. — Von dem billigeren Extract. ligni campech. werden 5 *g* mit 15 *g* gepulvertem Alaun unter Zusatz von 30—40 *Ccm* destillirtem Wasser verrieben und filtrirt. Dem Filtrat können 5—7 *g* Alkohol zugesetzt werden. Nachträgliche Niederschläge werden durch wiederholtes Filtriren entfernt. — Eine dauerhafte Lösung von constantem Farbevermögen wird bereitet aus:

Haematoxylin	2,0
Alkohol	100,0
aq. destill.	100,0
Glycerin	100,0
Alaun	2,0

Die Conservirung der Präparate geschieht durch Canadabalsam, da Glycerin allmälig entfärbt. Zu nachträglicher Tinction des Protoplasma kann Eosin, Pikrinsäure oder Carmin angewendet werden.

Borax-Carmin.

Carmin	0,5
Borax	2,0
aq. dest.	100,0.

Das Gemisch wird gekocht und tropfenweise verdünnte Essigsäure (etwa 5 pCt.) bis zum Umschlag der Farbe zugesetzt; nach 24 Stunden dekantirt und filtrirt. Zusatz einiger Tropfen Carbolsäure. Der diffus gefärbte Schnitt wird in eine Flüssigkeit, bestehend aus:

Salzsäure	1,0
Alkohol	70,0
aq. dest.	30,0

gelegt. Nach einigen Minuten bis zu einer halben Stunde ist isolirte Kernfärbung eingetreten.

Alaun-Carmin.

Carmin	1,0
Alaun	5,0
aq. dest	100,0

20 Minuten Kochen; filtriren. Zusatz von Carbolsäure. Isolirte Kernfärbung nach 10 Minuten. Ueberfärbung ist selbst nach tagelangem Verweilen in der Flüssigkeit nicht zu befürchten.

Cochenille-Carmin nach Czokor. Die kleinen, wie mit Asche übersäten, silbergrauen Cochenillen liefern uns das Material. 7,0 derselben werden mit 7,0 Alaun zu feinem Pulver zerrieben; mit 700,0 Wasser versetzt, wird das Ganze auf 400,0 eingekocht. Oefteres Filtriren und Zusatz von einigen Tropfen Carbolsäure nach dem Erkalten liefert die Tinctionsflüssigkeit. Dieselbe färbt den Kern hämatoxylinartig, den Zellleib etc. roth. In Alkohol gehärtete Schnitte sind in 3—5 Minuten, in Chromsäure und doppelt chromsaurem Kalium gehärtete in 3—5 Stunden gefärbt

Anilinfarben. Die basischen Anilinfarbstoffe gleichen sich im Allgemeinen in ihren Eigenschaften. Zur Verwendung kommen hauptsächlich Fuchsin, Gentianaviolett, Methylenblau, Methyl-blau, -grün, -violett, Vesuvin (Bismarckbraun). Sie sind in Alkohol leicht, in Wasser schwer löslich (gewisse Modificationen auch in Wasser leicht). Für den Gebrauch kann man sich filtrirte Lösungen vorräthig halten, bereitet aus

Farbstoff	1,0
Alkohol	10,0
aq. dest.	100,0.

Der Schnitt bleibt einige Minuten in der Flüssigkeit. Die Färbung ist diffus. Durch kurzes Einlegen in Alkohol tritt distincte Kernfärbung ein. Ausser den Kernen bleiben gefärbt, mucinhaltige Substanzen, die Protoplasmakörnung und die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. Konservirung in Canadabalsam. Nur Bismarckbraun hält sich in Glycerin. Nebenbei ist zu bemerken, dass Methyl- und Gentianaviolett Amyloid purpurroth färben. Durch Alkohol wird der Farbstoff ebenfalls extrahirt. Zur Entfernung der diffusen Tinction wird in diesem Falle 1 pCt. Essigsäure benutzt.

Carmin. Dasselbe ist das älteste und beliebteste Färbemittel. Am zweckmässigsten wird 1 *g* in einer Reibschale mit einigen Tropfen Ammoniac verrieben, mit 100 *ccm* destillirtem Wasser aufgenommen und filtrirt. Die Mischung darf nicht nach Ammoniac riechen. Ist zuviel Ammoniac zugegeben, so wird auf dem Wasserbad erwärmt bis zum Verschwinden des Geruchs. Nach dem Erkalten wird nochmals filtrirt. — Die Färbung ist in $^1/_2$—1 Minute perfect, und wird der Schnitt nach sorgfälttgem Auswaschen in Wasser in 1 pCt. Essigsäure oder in Ameisensäureglycerin (1 pCt.) gebracht. Es färben sich nicht: die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, das elastische Gewebe, die Hornsubstanz, Markscheide der Nerven, Fett, mucinhaltige Substanzen und verkalkte Knochen. Kerne, Axencylinder und Ganglien färben sich intensiver als die übrigen Gewebe. Conservirung in Säureglycerin oder Balsam. Chromsaure Präparate sind 1—2 Tage zu entwässern und in schwach mit Essigsäure angesäuerten

Alkohol zu bringen. Ist die Chromsäure nicht vollständig entfernt, so tritt unvollkommene Kernfärbung ein.

Pikrocarmin. Eine einfache Methode der Bereitung dieses Gemisches von Pikrinsäure und Carmin ist von Friedländer angegeben, welche der ursprünglichen von Ranvier beschriebenen, ihrer bequemeren Anfertigung wegen, vorzuziehen ist. Zu einer Carminlösung, bestehend aus 1 Carmin, 1 Ammoniac, 50 Wasser, giesst man gesättigte Pikrinsäurelösung unter fortwährendem Umrühren hinzu (2—4 Theile), bis ein dauernder Niederschlag zu entstehen anfängt. Nach dem Filtriren werden auf je 100 *ccm* einige Tropfen Carbolsäure zugegeben. Spätere Niederschläge werden durch einen Tropfen Ammoniac gelöst. — Kerne und Bindegewebe färben sich roth, Zellkörper, Muskelfasern, die hyalinen Grundsubstanzen, verhornte Epithelien etc werden gelb tingirt Der nach wenigen Minuten gefärbte Schnitt wird in pikrinsäurehaltigem Wasser abgespült, da reines Wasser die Pikrinsäure extrahirt und in Ameisensäure-Glycerin eingeschlossen. Will man in Balsam konserviren, so versetzt man zweckmässig den vorher zu benutzenden Alkohol, ausser mit Pikrinsäure, mit einer Spur Salzsäure.

Anderweitige Doppeltinctionen bewirkt man durch aufeinanderfolgende Behandlung mit Farbstofflösungen. Bevor der Schnitt aus der ersten in die zweite Lösung gebracht wird, ist er in Wasser abzuspülen.

4. Injectionstechnik.

Die Organe jener Thiere, welche nicht durch Verblutung getödtet werden, enthalten noch in den Capillaren die durch Chromsäure und deren Salze conservirbaren Blutkörperchen, so dass an Schnitten der Verlauf der feinen Gefässe erkannt werden kann. Gewöhnlich bedient man sich jedoch zum Studium des Gefässverlaufs künstlicher, gefärbter Füllungsmassen. Die färbende Substanz wird entweder in Leim, Glycerin oder Wasser gelöst.

Im ersteren Falle muss das Gemisch, um es injiciren zu können, erwärmt werden.

Methoden.

Die Injection geschieht entweder bei Lebzeiten des Thieres durch Vermittelung der Herzaction (Selbstinjection), oder nach Verblutung durch Ausspritzen der Gefässe unter Anwendung einer Spritze oder eines Quecksilber-Druckapparates. Um die feineren Lymphgefässe zu injiciren, wendet man die sogen. Einstichmethode an.

Zum Zwecke der Selbstinjection wird an der Vena cruralis ein ergiebiger Aderlass gemacht und eben soviel Injectionsflüssigkeit eingespritzt, als Blut entnommen war. Zumeist wird Indigcarminlösung benutzt.

Bei Injection von Leimmassen ist es erforderlich, dass die Organe auf Bluttemperatur in einem Wasserbade erwärmt werden.

Die abführenden Venen bleiben so lange offen, bis die von den Arterien aus injicirte Masse aus den ersteren abzufliessen anfängt.

Nach Einstichinjection wird die Umgebung des entstandenen Oedems der Untersuchung unterworfen.

Injectionsmassen.

In den allermeisten Fällen werden transparente Massen benutzt. Undurchsichtige Farbstoffe (Deckfarben) finden hauptsächlich zu Corrosionszwecken Anwendung. — In den weitaus meisten Fällen genügen zwei verschiedene Farben, blau und roth, und soll die Bereitung der Injectionsmischungen kurz erwähnt werden.

Leimmassen.

1 Theil Leim wird mit 2 Theilen Wasser auf dem Wasserbade erwärmt bis zur vollständigen Lösung und auf dem Warmwassertrichter filtrirt. In Ermangelung eines solchen benutzt man Flanell. Die Quantität des flüssigen Leims richtet sich naturgemäss nach der Capacität der zu injicirende Organe. Die Färbung kann mit Ammoniac-Carmin oder Berliner Blau vorgenommen werden.

Das zur Rothfärbung verwendete Ammoniac-Carmin würde aus den Gefässen transsudiren und muss daher, um diesem Uebelstand zu begegnen, eine Neutralisation stattfinden. Man bedient sich hierzu der Essigsäure und zwar nach folgender Vorschrift:

Man halte sich eine Ammoniaclösung und eine solche der Essigsäure, von welchen man die zur gegenseitigen Neutralisation erforderlichen Tropfenzahlen durch Titriren bestimmt hat.

Etwa 2—2,5 *g* feinsten Carmins werden mit einer abgezählten Tropfenzahl der Ammoniaclösung, (welche man nach Belieben grösser oder geringer nehmen kann) und etwa 15 *ccm* destill. Wasser in einer Reibschale gelöst und filtrirt, wobei zu berücksichtigen ist, dass durch Verflüchtigung ein Ammoniacverlust erfolgt. — Von dem Filtrat wird der erwärmten Leimlösung soviel von der Carminlösung unter Umrühren zugesetzt, dass ein Tropfen unter dem Deckglas genügende Farbenintensität zeigt. Alsdann wird dem Gemisch die zur Neutralisation der ursprünglich benutzten Ammoniaclösung erforderliche Tropfenzahl der Essigsäure langsam und unter Umrühren hinzugegeben.

Zur Blaufärbung empfiehlt sich lösliches Berliner Blau ausschliesslich zu verwenden, da das gewöhnliche in Oxalsäure gelöste ebenfalls leicht in die Gewebe diffundirt. Käuflich ist dasselbe von Dr. Grübler in Leipzig zu beziehen. Man kann sich dasselbe jedoch leicht selbst bereiten. Eine conzentrirte Lösung von gelbem Blutlaugensalz wird einer ebensolchen von schwefelsaurem Eisenoxydul zugesetzt, bis kein weiterer Niederschlag mehr entsteht. Alsdann filtrirt man durch einen Filztrichter, unter welchem sich ein Glastrichter mit Papierfilter befindet. Die zuerst abfliessende gelbliche Lösung wird fortgegossen. Nun giebt man kleine Portionen destillirten Wassers in den Filztrichter zu und setzt die Filtration fort. Nach und nach färbt sich die austretende Flüssigkeit leicht blau, dagegen noch nicht, wenn sie aus dem unteren Trichter abfliesst. Während mehrerer Tage wird die Procedur fortgesetzt, bis auch die aus dem Papierfilter abströmende Flüssigkeit

blau geworden ist. Ist dieser Moment eingetreten, so schüttet man die Masse von dem Filztrichter in destillirtes Wasser, worin sich dieselbe bis auf geringe Reste löst. Durch nochmaliges Filtriren und Abdampfen des Filtrats kann man das lösliche Blau in Pulverform als Rückstand erhalten.

Von einer Lösung dieses Blau wird dem erwärmten Leim soviel zugegeben, bis derselbe in dünner Schicht ausreichend gefärbt erscheint.

Zur Injection wird die Leimmasse auf 40 ° C. erwärmt.

Kaltflüssige Gemische.

Carmin nach Kollmann. 1 *g* Carmin wird mit 1 *g* Ammoniac und wenig Wasser gelöst, darauf mit 20 *ccm* Glycerin verdünnt. Weitere 20 *ccm* Glycerin werden mit 1 *ccm* Salzsäure versetzt und der Carminlösung vorsichtig unter starkem Schütteln zugefügt. Zur Verdünnung giebt man nachträglich etwa 40 *ccm* Wasser bei.

Das lösliche Berlinerblau kann in 10 Theilen destillirten Wasser gelöst, direct zur Injection benutzt werden, eventuell setzt man noch 5 Theile Glycerin und 5 Theile Alkohol hinzu. — An Dauerpräparaten verliert sich oft genug die blaue Farbe durch Reduction. Oxydation mittelst eines Ozonträgers (altes Terpentinöl) stellt dieselbe wieder her.

Die injicirten Organe werden meist sofort in Alkohol gelegt.

Indigcarminlösung zu Injectionszwecken wird aus dem käuflichen Material bereitet durch Verdünnen mit Wasser bis zur dünnbreiigen Consistenz. Das Filtrat wird verwendet. Für gewisse physiologische Zwecke z. B. für das Studium der Nierensecretion ist es nothwendig, mit einem reinen Präparat, dem indigschwefelsaurem Natron zu arbeiten.

Silbernitratlösung zur Injection in die Gefässe und zu Einstichinjectionen findet in der Stärke von 1 : 500—800 Anwendung.

Injectionsapparate.

Zur Injection mit Handdruck, bedient man sich gut schliessender Glas- oder Metallspritzen; die Canülen bestehen aus denselben Materialien. Die Spitzen der Glascanülen sind schräg abzuschleifen.

Für constanten Druck empfiehlt sich die Benutzung eines Wassertrommelgebläses. Ist ein solches nicht vorhanden, so kann man sich durch Construction eines Quecksilber-Injectionsapparates helfen.

Es sind hierzu nöthig 3, zu Doppelinjectionen (von Arterien und Venen aus gleichzeitig) 4 Standgefässe mit weitem Hals. Eines derselben (das Druckgefäss Fig. 6 D.) besitzt in der Nähe des Bodens eine Oeffnung. Diese Flasche dient zur Aufnahme des Quecksilbers. Die übrigen werden mit doppelt durchbohrten Kautschukstopseln geschlossen und je zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren in die durchbohrten Korke eingesetzt; je ein Rohr reicht bis zum Boden. Ein derartig armirtes Gefäss wird als Luftrecipient (R) verwendet und kann zur Bestimmung des Injectionsdruckes noch mit einem Quecksilbermanometer (M) versehen

werden. Das andere resp. die 2 anderen (F, F) enthalten die Injectionsmassen. Die Verbindung geschieht durch Gummischläuche, wovon jene zwischen dem Windkessel und den Injectionsflaschen mit Klemmschrauben (K) auszurüsten sind. Die Verbindungsschläuche zwischen den genannten

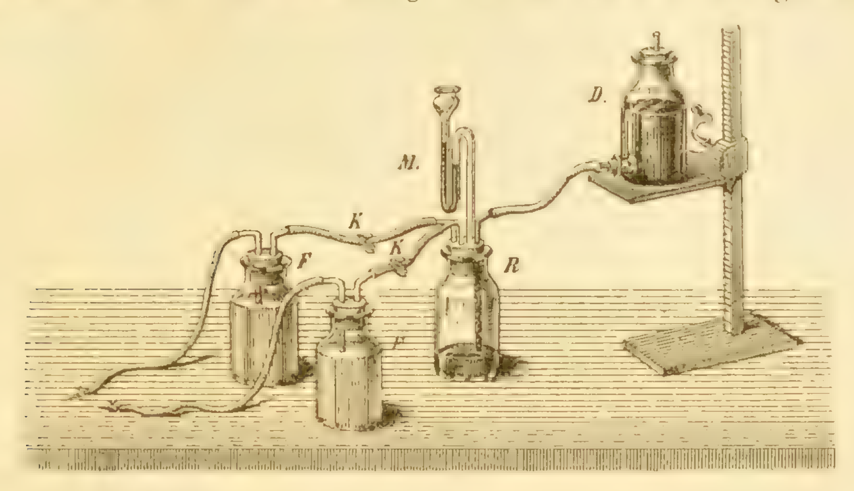


Fig. 6. Apparat zur Doppelinjection.
D = Druckgefäss, *R* = Luftrecipient, *M* = Quecksilbermanometer, *F* = Gefässe für die Farbelösungen, *K* = Klemmschrauben.

Flaschen sind an den kurzen Winkelröhren zu befestigen. Der Kork des Luftrecipienten erhält für Doppelinjectionen 4 Durchbohrungen, eine für das lange Winkelrohr, 2 für die kurzen, 1 für den Manometer. Die Druckflasche wird auf einen Eisenstativ postirt. Der Träger desselben ist event. mit Kurbel und Zahnrad zu versehen um beim Ausfliessen des Quecksilbers nach dem Luftrecipienten das Niveau durch Höherstellen constant zu erhalten.

Einstichinjectionen können mit einer gewöhnlichen Pravatz'schen Spritze unter Verwendung einer der oben angeführten Injectionsmassen vollzogen werden.

---

5. Metall-Imprägnation.

Für dieses Verfahren kommen folgende Metallsalze resp. Säuren in Betracht.

Salpetersaures Silber. Das Silbernitrat kann in Lösung oder in Substanz angewendet werden. — Die damit zu behandelnden Gewebe müssen frisch, womoglich lebenswarm sein. Der Effect der Imprägnation besteht in einer chemischen Umsetzung durch bestimmte Kittsubstanzen (vermöge des Gehaltes an Chloriden zu Chlorsilber oder Reduction. [?]) Die neu entstandene Silberverbindung färbt sich unter Einwirkung directen Sonnenlichtes braun bis schwarz, wodurch die Zellgrenzen deutlich hervortreten.

Membranen sind auf Kork oder Porcellanschälchen straff aufzuspannen und festzubinden; nach vorherigem Abspülen mit destillirtem Wasser, werden sie mit der freien Fläche in Silberlösung 1:800 während 1 Stunde gelegt. Nach Abspülen Belichtung; Härten in Alkohol. Schneller (nach 1—2 Minuten) ist die Imprägnation in stärkeren Lösungen (5:1000) vollendet. Zum nachträglichen Abspülen kann auch Kochsalzlösung Verwendung finden.

Parenchymatöse Organe werden auf frischen Schnittflächen nach Abspülen mit Wasser mit verdünnten Lösungen solange übergossen, bis Weissfärbung eingetreten ist.

In Substanz wird Silbernitrat mit Vortheil für die Cornea und das Bindegewebe angewendet. Es färbt sich die Grundsubstanz, in welcher alsdann die Corneakörperchen als helle, strahlige Figuren hervortreten.

Die Wirkungen dieser Salze sind ziemlich unsicher; die Bedingungen, unter denen die Reduction des Salzes eintritt, sind noch nicht genau bekannt.

Gewöhnlich bedient man sich einer Lösung von 1:200. Da die Wirkung wie die des Silbers hauptsächlich auf die oberflächlicheren Partieen beschränkt bleibt, empfiehlt es sich, nur kleine Stücke 1/4—1 Stunde (bis strohgelbe Färbung eingetreten) in die Goldlösung zu bringen. Vor dem Einlegen in die Goldlösung lässt man auf das Material für kurze Zeit (1—15 Minuten) 50 pCt. Ameisensäure einwirken, bis ein deutliches Aufquellen bemerkbar geworden ist. Beim Wechseln der Flüssigkeiten muss vor Anwendung einer neuen Lösung jedesmal in destillirtem Wasser abgespült werden. Die Reduction wird durch verdünnte Säuren (50 *ccm* Wasser, 2 Tropfen Essigsäure oder 20 pCt. Ameisensäure, Citronensaft) innerhalb 24—48 Stunden bewirkt. Das Protoplasma der Zellen, besonders der Cornea erscheint dunkelviolett, die Grundsubstanz hell. Ebenso werden die Axenxylinder dunkel gefärbt. Härtung in Alkohol.

Überosmiumsäure. Durch Imprägnation mit 1 pCt. Lösung, während einer Stunde, werden die Gewebe durch Reduction in der oben angegebenen Weise gefärbt. Die Wirkung wird durch nachträgliches 24stündiges Einlegen in Oxalsäurelösung (1:15) sicherer. Untersuchung in Wasser oder Glycerin. Zu bemerken ist, dass die Dämpfe der Säure auf die Athmungsorgane und Conjunctiva heftig reizend einwirken.

Methode der mikroskopischen Untersuchung der Gewebe und Organe.*)

Von

Dr. M. Sussdorf,

Professor an der Kgl. Thierarzneischule in Stuttgart.

1. Uebung.

Es ist zweckmässig, sich vor Eintritt in die Untersuchung von Geweben und Organen mit den gewöhnlichsten zufälligen Beimischungen und Verunreinigungen mikroskopischer Präparate bekannt zu machen. Als solche treten auf:

a) **Luftblasen** als runde Blasen mit breitem, die Regenbogenfarben in konzentrischer Schichtung (roth aussen, violett innen) zeigenden oder dunkel glänzenden Rande.

b) **Fasern** verschiedener Art, hauptsächlich den zum Abwischen der Gläser benutzten Wischtüchern entstammend. Sie zeigen ein je nach ihrem Ursprung charakteristisches Aussehen, dessen Kenntniss auch für das praktische Leben bedeutungsvoll ist. Wollfäden tragen das Gepräge des Haares und dementsprechend auf der Oberfläche eine den Oberhautzellen zukommende zackige Querlinienzeichnung. Baumwollfaden sind flachgedrückt-bandartige, spiralig gedrehte Röhren, die jederseits doppelt conturirt. Leinwandfasern stellen hohle, dickwandige, längs gestreifte Fäden dar, die in gewissen Abständen knotig anschwellen und sich zuweilen in feine Fasern auflösen. Seidenfäden erscheinen stielrund. ungestreift, hie und da mit flügelartigen Anhängen besetzt. Alle diese Gespinstfasern sind entweder farblos oder künstlich gefärbt. Dieselben können von Kleiderstoffen, Wäsche etc entnommen und in gewöhnlichem Wasser untersucht werden. Pflanzliche Fäden werden bei Behandlung mit Schwefelsäure und Jod blau gefärbt, thierische dagegen nicht.

c) **Niederste pflanzliche und thierische** Organismen, Pilze, Algen und Infusorien, welche theils mit der Luft in die Präparate oder Objekte getragen werden, theils in den Zusatzflüssigkeiten und Härtungsmitteln

*) Das nachstehende practisch mikroskopische Kapitel giebt eine Anleitung darüber wie in einem Cursus von 45 je zweistündigen Uebungen die normale mikroskopische Einrichtung der thierischen Gewebe und Organe studirt werden kann.

vegetiren. Als die am häufigsten vorkommenden, seien erwähnt: Von den Pilzen *α*) die Mikrokokken, kleinste, meist bewegungslose, zu Ketten oder Pilzrasen vereinte Kügelchen; *β*) Bacterien, stäbchenförmige Pilze von verschiedener Grösse, aber erst bei etwa 3—400facher Vergrösserung auffallend. Sie ruhen entweder oder befinden sich in lebhaften kreisenden, schlängelnden Bewegungen und sind zuweilen gegliedert und abgeknickt. *γ*) Schimmelpilze, Penicillium- Aspergillus- etc. Arten; sie siedeln sich gern in Müller'scher Flüssigkeit an und begegnen uns in ihren Mycelien und Hyphen als verzweigte Fäden, die entweder ungetheilt oder septirt sind und zuweilen noch die Conidien oder besondere Fructifikationsorgane tragen. *δ*) Rostpilze (Uredineae) und Brandpilze (Ustilagineae) sind seltener, wenn nicht etwa die Präparate der äusseren Körperoberfläche entnommen sind. Die Teleutosporen (Wintersporen) der ersteren als die häufigeren sind gewöhnlich ovoide oder keulenförmige kurzgestielte Körperchen mit dickem, gelben bis dunkelbraunen, glatten Episporium; die Sporen der Brandpilze dagegen sind meist einzellige, kugelrunde Gebilde mit glattem oder netzaderigem, gelbbraunem Episporium. An Objekten, die mit gewöhnlichem Brunnenwasser abgewaschen wurden, haftet nicht selten, *ε*) eine Algenart (Closterium zu den Desmidiaceen gehörig), welche einen chlorophyllhaltigen vierstrahligen Stern bildet, dessen einer Strahl zuweilen in der Theilung begriffen, ein zweites zunächst noch adhärentes Gebilde entstehen lässt. *ζ*) Unter den in Kochsalzlösung auftretenden Infusorien begegnet uns eine Flagellate, ein einwimperiges kurzovales helles Wesen, das sich sprungweis fortbewegt und ferner eine Ciliate, ein mit zahlreichen Wimpern, Mundöffnung und Vacuolen ausgestattetes Individuum.

d) Auch **Krystalle** von Salzlösungen, die als Zusatzflüssigkeiten oder Härtungsmittel gebraucht wurden, sind nicht allzu seltene Accidentien in mikroskopischen Präparaten. Die würfelförmigen oder bei nicht ganz regelmassiger Krystallisation federförmigen Kochsalzkrystalle, die octaedrischen Alaunkrystalle z. B. finden sich in der eintrocknenden zugesetzten Kochsalz- resp. Alaunlösung; in nicht gut ausgewasserten mit Chromsäure oder chromsauren Salzen gehärteten Objekten, finden sich zuweilen die gelben resp. rothen Prismen oder Tafeln dieser Salze, in den mit Quecksilberchlorid gehärteten dessen kurze an einem Ende zuweilen abgeknöpfte Nadeln.

2. Uebung.

Das Studium der **Zelle** beginnt am besten mit der Betrachtung der Pflanzenzelle.

1. Die abgeblätterte fleischige **Zwiebelschale** lässt von der inneren Oberfläche mit der Pinzette leicht ganz zarte Häutchen abziehen, deren eines wir a) in Wasser zunächst bei schwacher, dann bei starkerer Vergrösserung betrachten, deren anderes b) wir durch 3—5 Minuten in Jod-Jodkaliumlösung bringen, dann in Wasser abspülen und bei schwacher Vergrosserung untersuchen. Während bei Präparat *a* der Zellleib farblos

war, zeigt er sich bei *b* gelb bis braun gefärbt, zuweilen auch etwas geschrumpft. Kern- und Kernkörperchen sind in der Regel dunkler. Nachfolgender Zusatz eines Tropfens Schwefelsäure, die man von der einen Seite unter das Deckglas fliessen lässt, während man auf der anderen Seite durch Fliesspapier ansaugt, färbt nunmehr die Cellulosehülle, die bisher farblos geblieben war, blau; allmählich wird dieselbe wieder schmutzig roth. Zu dieser Untersuchung bedient man sich vortheilhaft auch der jungen Keime mehrere Tage in Wasser liegenden Hafers.

2. Von einem kleinen Würfel roher **Kartoffel** wird ein zarter Schnitt mit dem Rasirmesser abgestreift. In Wasser zunächst bei schwacher Vergrösserung untersucht, zeigt derselbe in den polyedrischen und rundlichen Parenchymzellen dichtgedrängte Stärkemehlkörner, wie sie sich frei meist auch in den Fäces unserer Herbi- und Omnivoren finden. Die ovalen und rundlichen, zuweilen zugespitzten, im Innern konzentrische Schichtung um einen exzentrisch gelagerten Kern zeigenden Körperchen, werden durch nunmehrigen Jodzusatz blau gefärbt.

3. Das Paradigma einer im Schwann'schen Sinne vollkommenen, nach unseren derzeitigen Anschauungen aber komplizirt gebauten thierischen Zelle sehen wir in der reifen **Eizelle** des Säugethieres. Durch Anstechen jüngerer und reifer Graaf'scher Follikel eines Säugethier-Ovarium entleert man den Liquor folliculi in ein Uhrschälchen. Damit wird gleichzeitig der das Ei einschliessende Discus proligerus ausgestossen. Mit der Lupe überzeugt man sich von dessen Anwesenheit und fischt das trübende Klümpchen auf den Objektträger. Die oberflächlich aufliegenden Granulosa-Zellen können durch vorsichtige Behandlung mit dem Pinsel entfernt werden. Das Ei wird in Glycerin unter Zusatz von etwas Essig- oder Ameisensäure untersucht und konservirt, vielleicht nach vorausgegangener Färbung mit Pikrocarmin, in das man das Präparat auf dem Objektträger zunächst bringt und von dessen Ueberschuss man es durch seitliches Nachfliessenlassen von Wasser, befreit.

4. Die mannigfachen Formen der gewöhnlichen **Thierzelle** können nicht wohl an einem Präparate studirt werden. Wir beschränken uns auch hier vorerst auf einige Beispiele. a) Ein Tropfen Mundspeichel bei starker Vergrösserung untersucht, zeigt uns: Luftblasen, die oben angedeuteten Pilzformen, theils frei, theils in und auf den Zellen, dazu die in dem Zahnbelage besonders lebhaft wuchernden Fäden der Leptothrix buccalis, endlich Zellen verschiedener Art. Am auffallendsten durch Grösse und Form sind die polygonalen Plattenepithelien aus den oberflächlichen Lagen des Schleimhautepithels, sowie die sphärischen ein- und mehrkernigen, deutlich granulirten »Speichelkörperchen«. Erstere demonstriren gleichzeitig die Faltenbildung und die durch feine Linien sich abgrenzenden furchigen und grubigen Impressionen durch die auf sie übergreifenden Nachbarzellen veranlasst; letztere dagegen ganz besonders deutlich bei etwa 5—600facher Vergr. die sogen. Brown'schen Molekularbewegungen als vibrirende und tanzende Bewegungen der zarten Körnchen ihres Zellleibes. b) Sehr variante Zellenformen ohne die Beimischung jener zahlreichen Verunreinigungen sehen wir in

Präparaten, die durch Vertheilung der mit dem Skalpell von der Harnblasenschleimhaut abgestreiften gelblichweissen Massen, des sogen Uebergangsepithels, in Kochsalzlösung gewonnen werden. c) Nachfolgendes Zufliessenlassen eines Tropfens verdünnter 1—5 pCt. Essigsäure zu Präparat *a* lässt deren die Kerne deutlich machenden Wirkung hervortreten; langsames Hindurchspülen einer nicht zu sehr verdünnten, dunklen Lösung einer wasserlöslichen Anilinfarbe wie Methylviolett, Anilinblau, Fuchsin, durch Präparat *b* und nachfolgendes Auslaugen der Farbe durch erneute Wasserzugabe, illustrirt die grössere Färbfähigkeit und Farbstoff-Retentionsvermögen des Kernes der Zelle gegenüber deren Zellleib.

3. Uebung.

Die wichtigeren **Lebenserscheinungen der Zelle**, deren Kontraktilität und dadurch ermöglichtes Lokomotions-, sowie einige Phasen aus deren Fortpflanzungsvermögen, führen uns folgende Präparate vor Augen:

a) In den dicht unter der Haut der hinteren Partie des Rückens gelegenen (dorsalen) Lymphsack des Frosches wird eine durch Abbrechen scharfe zur Capillarröhre an dem einen Ende ausgezogene Glasröhre eingeführt. Die darin aufsteigende oder aufgesaugte Lymphe kommt sogleich auf einen Objektträger, wird zugedeckt und vor Eintrocknung durch einen leichten Paraffinrahmen geschützt. 5—600fache Vergrösserung genügt, um uns die nach einigen Minuten der Ruhe auftretenden Formveränderungen und Wanderungen der Lymphzellen zu zeigen. Etwa gleichzeitig in dem Präparat vorhandene kleinste Körnchen (feinste Carminpartikelchen) werden unter Umständen durch die ausgesandten Protoplasmafortsätze umflossen und so dem Zellkörper einverleibt. Um denselben Vorgang an den Lymphzellen der Säugethiere zu beobachten, bedarf es behufs Herstellung der Körpertemperatur in der entnommenen Lymphe oder Blut der Anwendung des heizbaren Objekttisches. — In denselben Lymphsack des Frosches eingespritztes, in Wasser feinst vertheiltes Carminpulver, findet sich nach 24 Stunden in der Bauchhöhle; die Lymphzellen haben es dorthin getragen und zeigen sich zum Theil noch mit Carminpartikelchen beladen. Interessante Bilder von Zellenleben und Bewegung gewahren auch Präparate von Heublumenaufgüssen, die einige Zeit frei gestanden haben. Hier sind es selbständige einzellige Wesen, deren Thätigkeit wir ablauschen.

b) Das Studium der **Kerntheilungsbilder** und des **Kerngerüstes** selbst effektuirt sich am leichtesten an den Epithelzellen von Tritonen- und Salamanderlarven. Dieselben durch 24 Stunden in konz. Pikrinsäurelösung eingelegt, geben alsdann in den durch die gleiche Zeit ausgewässerten dünnen Schwanzflossen, deren mittlere besonders in Glycerin betrachtet wird, interessante Bilder des Kernbaues und der Kerntheilung.

c) Für die Untersuchung der bei dieser letzteren auftretenden Figuren bei Säugethieren empfiehlt W. Flemming, das Amnion von Kaninchen-

Embryonen in 0,1 pCt. Chromsäure zu härten, danach in Aqua dest. auszuwaschen und nunmehr in etwa 1 *ccm* einer Lösung von Safranin. oder Magdala-Roth oder Dahlia in absolutem Alkohol. der etwa mit der Hälfte Aqua dest. verdünnt ist, durch 12—24 Stunden liegen zu lassen. Kurzes Schütteln in Alkohol befreit sie von überschüssigem Farbstoff. Folgendes Einlegen in Alkohol absolut. bis keine Farbwolken mehr abtreiben, und das Präparat ein in der gewählten Farbe durchscheinendes Aussehen erlangt hat, wozu jedenfalls $^1/_2$—1 Minute nöthig ist, führt zu distinkter Kernfärbung. Von da kommen sie rasch durch Nelkenöl in Damarharz[1]). Bonnet[2]) empfiehlt zu diesem Zwecke ganz jugendliche Schafembryonen, die in 3 pCt. Salpetersäure durch $^1/_4$—$^1/_2$ stündiges Einlegen und nachfolgende Uebertragung und Auswaschung mittelst Alkohols gehärtet mit Haematoxylin- oder Pikrocarmin-Färbung sehr schöne Bilder geben sollen. Auch das so schnell wachsende Chorion der gleichen Embryonen zeigt, mit Pikrinsäure gehärtet und nachfolgend mit Haematoxylin gefärbt, die Verhältnisse deutlich.

4. Uebung.

Die Untersuchung des **Epithelialgewebes** führt zur Anfertigung folgender Präparate:

a) Nachdem die Form der gewöhnlichen Plattenzelle aus Uebung 2 bereits studirt ist, untersuchen wir sogleich das **geschichtete Plattenepithelium:**

α) an **Isolirungspräparaten.** Kleine Stückchen der Lippen- oder Zungenschleimhaut kommen durch 24 Stunden (im Sommer) bis mehrere Tage (im Winter) in einige Cubikcentimeter Jodserum, dem man sobald eine Verfärbung des Reagens durch Umsetzung des Jods (Bildung von Jodmetallen und jodsauren Salzen) eingetreten ist, wiederholt einige Tropfen stark jodirten Serums zusetzt. Die sich dann von der Schleimhaut loslösenden Epithelzellen werden durch Lösung der Kittsubstanz isolirt und finden sich einzeln oder in zusammenhängenden Fetzen in dem Serum, das man mittelst einer in feine Spitze ausgezogenen Glasröhre auf den Objektträger überträgt. Das Gleiche erreicht man für die Epidermis durch 3—4 Wochen oder länger fortgesetzte Maceration kleinster haarloser Hautabschnitte unter Anwendung der gleichen Vorsichtsmassregel wie oben. Durch Schütteln der besonders von der Rüsselscheibe des Schweins mit dem Skalpell hergestellten senkrechten Schnitte in der Zusatzflüssigkeit, gelingt die Ablösung der Epidermis und so besonders auch die Darstellung der Riffzellen.

β) an **Schnittpräparaten:** 1 *qcm* grosse Stücken einer dickeren Schleimhaut. der Cornea, oder der allgemeinen Decke werden in Alkohol gehärtet. Sobald die Konsistenz eine entsprechende, was in starkem oder gar absolutem Weingeist nach Ablauf eines Tages der Fall, werden die betreffenden Hautabschnitte zwischen Klemmleber (in conc. Wein-

[1]) Flemming empfiehlt als äusserst brauchbar »Damar in Terpentin (öl?) und Benzol zu etwa gleichen Theilen warm gelöst und zur Syrupkonsistenz eingedampft.«

[2]) Ich verdanke diese Methode einer brieflichen Mittheilung.

geist gehärtete Leberstücken von 2—3 *cm* Seitenlänge) derart eingebettet, dass die epitheltragende Fläche nach vorwärts sieht. Die Schnitte führt man nun senkrecht zur Fläche so aus, dass das mit Weingeist gut befeuchtete beiderseits ausgehöhlte Rasirmesser zunächst dem Objekt in der Leber angesetzt und ganz oberflächlich (es muss deutlich durchscheinen) von links nach rechts oder umgekehrt in gleichmässig ruhiger Weise, ziehend (nicht drückend!) durch das Präparat geführt wird. Die das Präparat einschliessende Klemmleber wird vom Daumen und Zeigefinger der linken Hand gehalten, das schneidende Messer mit der rechten Hand zwischen den Daumen dies- und die 3 folgenden Finger jenseits des Messergriffes gefasst und durch den wieder diesseits angelegten kleinen Finger gestützt. Von dem Rasirmesser kommen dieselben in gewöhnliches Wasser, indem man die Messerklinge langsam mit dem Rücken gegen die Wand des Glases bewegt. Behufs besserer Reinigung von Lebersubstanz und von dem immer etwas kalkhaltigen gewöhnlichen Wasser werden sie von hier mit der Nadel, oder wenn sehr zerreisslich, mit dem Fischlöffel in destillirtes Wasser übertragen, ausgespült, und nun event. der Färbung in Haematoxylin (1—2 Minuten langes Verweilen in konzentrirtem oder besser noch $^1/_4$—1 und mehr Stunden langes Liegenbleiben in verdünnten Lösungen) oder Pikrocarmin, Alauncarmin etc unterworfen. Danach in Wasser abgespült, untersucht man sie entweder in mit Essig- oder Salzsäure ganz schwach angesäuertem (stärkere Essigsäurelösungen zerstören das Haematoxylin) Glycerin, oder nach der Entwässerung durch Alkohol und Aufhellung in Nelken- oder Terpentinöl (s. o.) in Canadabalsam oder Damarfirniss. Gleichmässigere und auch feinere Schnitte erhält man mittelst des Mikrotoms. Um in ein solches eingespannt zu werden, wird das Präparat am einfachsten und zweckmässigsten in blosses Paraffin eingebettet. Dazu bedarf es zunächst einer vollkommenen Entwässerung mit Alkohol (am besten anfangs durch etwa 12 Stunden unter Wechsel mit solchem von 50—90^0, dann durch 6—12 Stunden mit absol. Alkohol), danach einer Imbibition mit reinem Ol. Terebinth. oder einer Lösung von Paraffin in gleicher Menge Terpentinöl. Ist das Präparat auf diese Weise durchscheinend geworden, so kommt es in eben geschmolzenes Paraffin; dasselbe durchzieht allmählich unter Austreibung des Terpentinöls das Präparat und wird zweckmässig bei etwas dickerem Objekte mehrmals geschmolzen, bis diesem keine Terpentinöl- oder Luftblasen mehr entsteigen. Dasselbe wird nunmehr mit dem nöthigen Paraffin in eine der Klemmen am Schanze'- oder Jung'schen Mikrotom entsprechende Form oder in den Cylinder des v. Gudden'schen Mikrotoms gebracht und ihm eine der gewünschten Schnittrichtung entsprechende Lage gegeben. Die Schnitte werden nach der Erkaltung und Erstarrung des Paraffins entweder unter Befeuchtung des Messers mit Alkohol oder Wasser oder besser trocken mit dem Messer des Apparates in nöthiger Feinheit abgetragen. Durch abermaliges Einlegen in Xylol von Paraffin befreit, können sie, wenn

vor der Härtung und Einbettung eine Totalfärbung (durch tagelange Einlegung kleiner 1 *qcm* grosser Stückchen in Alauncarmin oder verdünntes Haematoxylin) stattgefunden hatte, direkt oder, wenn Doppelfärbung erwünscht, nach nunmehriger Uebertragung in Pikrinsäure- oder Eosin-Nelkenöl [1]), worin sie etwa 1—2 Stunden liegen bleiben, in Canadabalsam eingeschlossen werden. Ist jedoch vor der Einbettung dieser Präparate in Paraffin eine Färbung noch nicht vorgenommen worden, wie dies in toto bei sehr dichten Geweben oft nicht gut möglich ist, so muss jetzt der erhaltene Schnitt von dem das Paraffin abgelöst habenden Xylol oder Terpentinöl durch je 5—10 Minuten in absol., dann conc. und verdünnten Alkohol, schliesslich nach Abspülung auch des letzteren durch Aqua dest. in die betreffende Farbstofflösung übertragen werden. Erst ein so von Paraffin und Terpentinöl ganz befreites Präparat nimmt den Farbstoff in allen Partien gleichmässig auf [2]). An Stelle der Paraffinbettung kann man insbesondere an sich schon durch Alkohol etc. sehr fest gewordene oder durch Erhärtung mittelst Gummi schneidbar gemachte abgetrocknete Präparate mit syrupdickem Gummi auf Lederscheiben oder den Mikrotomtisch aufleimen und dieser Befestigungsweise durch 10—20 Minuten langes Eintauchen in Alkohol absolut. unter gelindem Andrücken mit dem Finger dauernd Halt geben. Die Ablosung solcher angeleimter Objekte geschieht durch Wasser. Auch das Celloidin kann als Einbettungsmittel Verwendung finden. Zu dem Zwecke werden die in Alkohol absolut. gehärteten Präparate in dickflüssiger Lösung des Celloidin in Alkohol absol. und Aether $\widetilde{aa}$ verbracht. Damit in wenigen Minuten bis 8 Tagen durchtränkt, kommt das Objekt auf eine kleine Lederscheibe oder in ein Papierkästchen, wird mit Celloidin-Lösung übergossen und, sobald sich eine feste Haut gebildet hat, in ein Glas mit 82° (Richter) Alkohol. Nach 24 Stunden ist das auf der Leder-

[1]) Johne empfiehlt dazu 0,01—0,02 *g* Pikrinsäure resp. Eosin in 8—10 Tropfen absoluten Alkohols zu lösen und hierauf mit 10 *g* Nelkenöl zu vermischen. Ich finde die 0,2 pCt. Eosin-Lösung schon zu dunkel tingirend und verwende deshalb höchstens 0,1 procentige.

[2]) Neuerdings fixirt man die Präparate zunächst auf dem Objektträger und färbt sie dann so, ohne die bei der Uebertragung durch die verschiedenen Flüssigkeiten so leicht möglichen Verluste zu erleiden. Schällibaum überträgt die der Einbettungsmasse entnommenen Präparate in eine ganz dünne Lage einer auf den Objektträger aufgestrichenen Lösung von 1 Theil Collodium in 3—4 Theilen Nelkenöl und breitet sie darin gut aus. Der Objektträger kommt nun durch 5—10 Minuten auf ein Wasserbad und giebt so sein Nelkenöl ab. Die Schnitte sind dann fixirt und können »Tage lang mit Terpentinöl, Chloroform, Alkohol, Wasser« und somit auch den Farbstofflösungen behandelt werden, ohne loszulassen. Die letzteren sollen indessen möglichst verdünnt und nicht zu lange einwirken. Andere (Gaule, Altmann etc.) bringen die Schnitte (welche beim Trockenscheiden durch Gegenhalten eines zarten Pinsels am Aufrollen gehindert werden) sammt anhängendem Paraffin auf den Objektträger, und festigen sie dort mit Alkohol oder verdünntem Alkohol; lösen dann das Paraffin durch Xylol oder Nelkenöl auf und übertragen die Präparate durch Alkohol in Wasser; darauf lassen sie die Färbung, Auswaschung, Wiederentwässerung folgen und schliessen endlich in Balsam ein.

scheibe befestigte nach nochmals 24stündiger Alkoholhärtung das jetzt seines Papierenvelopes zu beraubende Präparat schnittfähig. Mit einem, mit conc. Alkohol befeuchtetem Messer geschnitten, kommen die Schnitte in Wasser oder Alkohol, und werden beliebig gefärbt. Konservirung erfolgt in Glycerin oder nach Entwässerung durch Alkohol und Aufhellung in Origanum- (nicht Nelken-)Oel in Balsam. Durch diese Behandlungsweise wird das Celloidin nicht aufgelöst und deshalb kann auch keine Verschiebung lose zusammengefügter Theile eintreten. — Präparate, welche die Schichtung des Plattenepithels demonstriren sollen, können endlich auch auf Korkplatten ausgespannten und festgesteckten getrockneten Häuten entnommen, und dann durch Einlegen in Wasser, Farbstofflösung etc., ebenso wie die von gehärtetem Materiale stammenden für die Konservirung vorbereitet werden. Dabei ist aber immer zu berücksichtigen, dass die Häute beim Eintrocknen sehr stark schrumpfen. und so auch in Wasser wieder bedeutend quellen; deshalb muss der davon angefertigte Schnitt äusserst fein sein, da dies aus freier Hand an jenen dünn gewordenen Häuten nicht leicht ausführbar ist, so legt man dieselben nach Art der Klemmleber zwischen Korkplatten oder einfach in einen mit der Laubsäge hergestellten Ausschnitt eines weichen Korkes, in welchem er durch Zusammendrücken mit den Fingern während des Schneidens fixirt wird.

b) Auch das **geschichtete Uebergangsepithel** der Blase wird durch Einlegen kleinster Stückchen Schleimhaut in Jodserum oder $^1/_3$ Alkohol oder neutrales chromsaures Ammoniac während 24—48 Stunden und länger isolirt.

c) Auf gleiche Weise oder durch 10—24stündiges Einlegen in 10procentige Lösungen von phosphorsaurem Natrium oder in Müller'sche Flüssigkeit etc. gelingt es, die verschiedenen **Cylinderzellenformen** des Darmes (Deckel- und Becherzellen) von der Schleimhaut zu lösen, ohne dass deren Füsse, wie dies beim blossen Abschaben mit dem Skalpellrücken leicht sich ereignet, abgebrochen werden.

d) **Flimmernde Plattenzellen** werden am besten durch das Skalpell von der Schleimhaut des Pharynx eines lebenden Frosches abgestreift und in Jodserum oder physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Sie zeigen dann Stunden lang die anfangs wegen ihrer Schnelligkeit nur bei ganz aufmerksamer Beobachtung wahrnehmbaren, später aber langsamer werdenden und so weit deutlicheren Bewegungen. Isolirte Zellen werden dadurch oft in kreisende, Körnchen, die sich an der Oberfläche von Epithelfetzen befinden, in strömende Bewegung versetzt. Seitliches Einfliessenlassen eines Tropfens Kali- oder Natronlauge regt die erlahmende Bewegung wieder an.

Cylindrische Flimmerepithelien löst man auch wieder am besten durch ein- bis mehrtägiges Einlegen kleiner Stücke der Trachealschleimhaut von Saugethieren in Jodserum oder $^1/_3$ Alkohol von ihrer Unterlage; in den davon angefertigten Praparaten finden sich auch Ersatz- und Schleim- (Lymphoid-) Zellen. — Versetzt man die Zusatzflüssigkeit aller dieser Praparate mit etwas Methylviolett, so erhält man instruktive Kernfärbung.

e) Die regelmässig 5- und 6-eckigen **Pigmentepithelien** der Retina entnimmt man der inneren Oberfläche der Choroidea eines äquatorial durchschnittenen Auges mittelst eines feinen Pinsels. An der Grenze des Tapetums ist ein Theil derselben fast pigmentlos. Zwischen den dunklen Zellen treten die hellen Kittleisten besonders deutlich hervor. Die freigewordenen Pigmentkörnchen befinden sich oft in lebhafter »Molekularbewegung.«

Den lösenden Einfluss der 40prozentigen Kalilauge auf die Kittmasse der verhornten Epidermiszellen studirt man an Oberhautfetzen, die durch das Messer von der Haut abgestreift und in solcher Lauge untersucht werden. Dabei quellen die Zellen zu runden Kugeln auf, die sich bei Wasserzugabe also durch verdünnte Kalilauge auflösen. — Für das blosse Studium der Zellformen genügt 300fache, das der feineren Details fordert 5—600fache Vergrösserung. Die Schnitte durch geschichtete Epithellagen werden zunächst mit schwacher Vergrösserung gemustert.

5. Uebung.

Die „**flüssigen**“ **Gewebe**, Lymphe, Chylus und Blut werden am besten ohne jeglichen Zusatz schnell zugedeckt mit starker Vergrösserung untersucht. 1. Die Lymphe wird in der in Uebung 3 geschilderten Weise dem dorsalen Lymphsacke eines Frosches oder dem angeschnittenen Lymphgefässe eines grösseren Säugethieres entnommen. 2. Der Chylus aus den Chylusgefässen des Darmgekröses eines in der Fettverdauung begriffenen Säugethieres enthält neben den Bestandtheilen der Lymphe zahlreiche Fetttröpfchen. Dieselben erscheinen als kleinere oder grössere runde Kugeln, die bei durchfallendem Lichte ein hellglänzendes Centrum und einen dunklen peripheren Saum, bei auffallendem (durch Verdecken des Spiegels erhaltenem Lichte umgekehrt einen dunklen Inhalt und einen silberglänzenden Saum zeigen. Durch ihr Aussehen bieten sie die Möglichkeit einer Verwechselung mit Luftblasen. Man schützt sich vor einer solchen durch Hebung und Senkung des zunächst auf scharfe Randbegrenzung eingestellten Tubus; Hebung lässt das Centrum eines Fetttropfens lebhaft glänzend, und den peripheren dunklen Ring breiter werden, Senkung dagegen lässt die Luftblase stärker glänzend erscheinen und deren dunklen Rand verschwinden, während dieser bei Hebung breiter und das Centrum mehr grau wird. 3. Blut durch Anstechen der Fingerbeere oder Incision der vorher gereinigten Haut eines unserer Säugethiere erhalten, wird zunächst a) ohne Zusatz untersucht; farbige und farblose Blutzellen, Geldrollenbildung und »freie Körner« werden ohne Weiteres gesehen. b) Eine der Blutproben lässt man dann eintrocknen und erhält so die Fibrinfäden, die durch Jod oder Fuchsin-Färbung deutlicher werden. c) einer zweiten führt man destillirtes Wasser zu, die Zellen werden dadurch in strömende Bewegung versetzt und zeigen sich schliesslich kugelrund, abgeblasst entfärbt, der Blutfarbstoff ist in das zugesetzte Wasser über-

getreten. d) eine dritte Probe wird mit einer konzentrirten etwa 2 prozentigen Salzlösung versetzt, die Zellen schrumpfen, werden zackig, nehmen die Stechapfelform an. e) Einer vierten Probe lässt man ein kleines Tröpfchen verdünnter Essigsäure seitlich zufliessen; es erfolgt Quellung, Entfärbung, Verschwinden der farbigen, Deutlichwerden des Kernes der aufgehellten farblosen Blutzellen. f) Die Differenzen im Aussehen der rothen Blutzellen niederer Wirbelthiere sieht man im Froschblut, dem man nach der Durchmusterung ohne, oder mit Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung, Humor aqueus etc. ebenfalls ein wenig ganz verdünnte Essigsäure zufliessen lässt. Unter Eintritt der obigen Erscheinungen präsentirt sich namentlich auch der oft etwas zackig werdende ovale Kern. g) Ein zweites Froschbluttröpfchen mit einem Tropfen Ranvier'schen Alkohols gemischt und schnell untersucht, entfärbt sich unter unseren Augen, zeigt doppelten Contour und in dem homogen werdenden etwas anschwellenden Kern ein sehr kleines glänzendes Kernkörperchen. Durch nachfolgende Farbung mit Anilinroth (Fuchsin) werden Zellhülle und Kern roth gefärbt; ebenso wie, wenn man h) ein Tröpfchen dieses Blutes mit konzentrirter Pikrinsäurelösung auf dem Objektträger fixirt und nach deren Beseitigung einen Tropfen Pikrocarmin zusetzt. Durch nach 24stündiger Einwirkung folgendes Zufliessenlassen von Glycerin wird dieses verdrängt, die Kerne aber zeigen sich roth gefärbt. Das Präparat mit Terpentinharzrahmen umzogen, ist Dauerpräparat.

6. Uebung.

1. **Blutplättchen**. Auf die Fingerbeere bringen wir ein durch Methylviolett dunkelblau gefärbtes Tröpfchen physiologischer Kochsalzlösung und stechen unter diesem die Haut an. Das austretende Blut mischt sich sofort mit der Zusatzflüssigkeit und kommt mit dieser auf den Objektträger; schnell zugedeckt und mit starker Vergrosserung untersucht, zeigen sich nach einigem Suchen die neuesten Formbestandtheile des Blutes.

2. **Blutkrystalle**: a) **Haemoglobin** erhalten wir durch Auslaugung eines auf dem Objekttrager durch einige Minuten der Luft ausgesetzten Bluttropfens mittelst Wassers. Mit dem Deckglas zugedeckt, beginnt nach einiger Zeit die Auskrystallisation, und es zeigen sich dann die Krystalle am Rande des Präparates. In dieser Weise hergestellt, tragen die Praparate nicht häufig die charakteristische Krystallform; deshalb hier noch eine zweite Methode, die sicherer zum Ziele führen soll: defibrinirtes Blut vom Hund, Kaninchen oder Pferd wird in einer Flasche tropfenweis mit Aether versetzt und geschüttelt, bis es durchsichtig geworden. Nach stundenlangem Stehen ist unter Verdunstung des Aethers der Bodensatz fest geworden und enthalt so die oft verfilzten langen Nadeln des Bluttarbstoffes, die trocken oder in Glycerin untersucht werden. Dieselben erscheinen bei unseren Haussäugethieren meist als Prismen und Tafeln des rhombischen Systems von rother Farbe, bei

Maus und Meerschweinchen in Tetraederform, beim Eichhörnchen als hexagonale Tafeln. (Fig. 7.)

b) **Haeminkrystalle**. Die vor der Anwendung des Spektroskopes für den forensischen Nachweis des Blutes so wichtige Darstellungsweise dieser Krystalle ist folgende: Ein wenig eingetrocknetes Blut wird mit Kochsalz auf dem Objektträger fein verrieben, mit dem Deckglas unter Einschaltung eines Haares bedeckt und von der Seite her mit concentrirtester (!) Essigsäure versetzt. Erhitzung des Präparates über der Spiritusflamme bis zu ein- oder zweimaligem Blasenwerfen lässt dann die bei starker Vergrösserung zu untersuchenden Krystalle entstehen. Es sind das braune rhombische Prismen und Plättchen von verschiedener Grösse, die zuweilen kreuzweis übereinander liegen. Sie bilden die Chlorwasserstoff-Verbindung des Haematin, eines Zersetzungsproduktes des Blutfarbstoffes, und werden auch nach dem Entdecker dieser Blutprobe, Teichmann'sche Blutkrystalle genannt. (Fig. 8.)

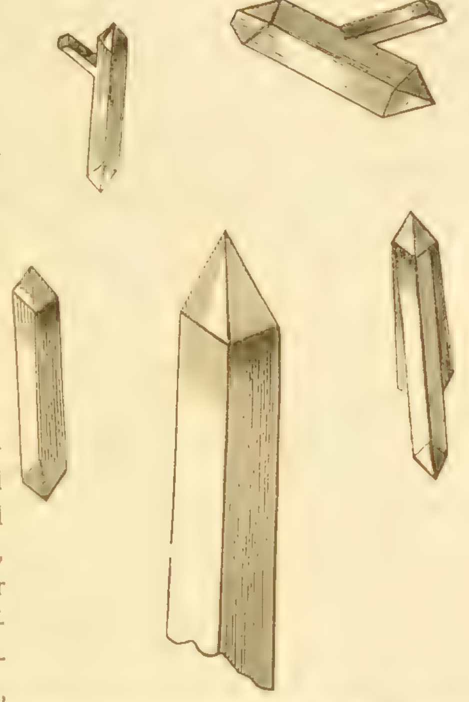


Fig. 7. Hämoglobinkrystalle des Ochsen.

3. Den **Blutkreislauf** verfolgen wir am einfachsten in der Schwanzflosse der Froschlarve oder der Schwimmhaut des Frosches oder dem aus der Bauchhöhle hervorgezogenen Gekröse eines curarisirten Frosches oder kleineren Säugers. Behufs Fixirung des in dem Augenblicke der unsanften Berührung sich mit zähschleimigem Secrete bedeckenden Frosches ist es am einfachsten, denselben in etwas Filtrirpapier oder ein Leinwandläppchen zu wickeln, sodass nur einer seiner Füsse frei aus der Umhüllung hervorragt; dieser wird auf einer durchbrochenen Korkplatte über deren Oeffnung ausgespannt und mit Nadeln festgesteckt. Die das Präparat tragende Korkplatte kommt mit ihrer Oeffnung über diejenige des Objekttisches, und nunmehr ist es leicht, schon bei schwacher Vergrösserung dem Blutlauf zu folgen. Ganz ebenso führt man die Fixirung des Gekröses aus. Zur Beobachtung der Emigration

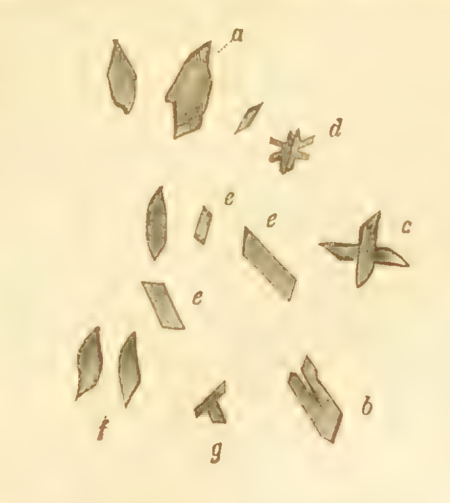


Fig. 8. Häminkrystalle der Kuh.

farbloser Blutzellen nach einer durch Aufbringen eines kleinen Tröpfchens Essigsäure auf dieses bedarf man starker Vergrösserung.

7. Uebung.

Die besten Präparate zum Studium des **Bindegewebes** liefert Ranvier's Verfahren.

1. Die Methode zur Demonstration der **Bindegewebszellen** besteht in Injection einer beliebigen Menge 0,1 prozentiger Silbernitratlösung in das subcutane Gewebe einer möglichst fettfreien Körperstelle. Die entstandene »Oedemkugel« wird mit der Scheere abgetragen und liefert eine entsprechende Menge auf die gleiche Weise davon loszuschneidender kleiner Abschnitte, deren jeder mit einigen Tropfen Pikrocarmin auf dem Objektträger eingedeckt wird; hierin bleibt er in feuchter Kammer durch 24 Stunden, um dann mit Glycerin, das man seitlich zufliessen lässt, conservirt zu werden. Vergr. 500—600.

2. **Bindegewebsbündel** zeigen sich ebenfalls am besten a) nach subcutaner Wasserinjection in dünnen mit der Scheere von dem emporgehobenen Hautstücke abzutragenden und sofort einzudeckenden Schnitten des subcutanen Gewebes. b) Essigsäurezusatz lässt die Bündel aufquellen und die in wechselnden Abständen angebrachten Ring- und Spiralfaser-Einschnürungen erzeugen. c) Dem Säurezusatz vorausgehende Färbung mittelst subcutaner Injection von Pikrocarmin an Stelle des Wassers zeigt an den abgetragenen gelatinös aufgequollenen Schnitten, die vorerst einige Stunden bedeckt in der feuchten Kammer liegen bleiben, nach Durchspülung mit Wasser unter dem Deckglas zunächst die Bündel roth gefärbt. Darauf lasst man 1 pCt. Essigsäure in das Praparat einfliessen, umsaumt es mit Paraffin und findet nach Ablauf weiterer 24 Stunden die Bündel entfärbt und aufgequollen, die Ring- und Spiralfasern aber lebhaft roth. d) Injection von Jodserum demonstrirt in im Uebrigen wie sub a behandelten Präparaten den fibrillären Bau der Bündel.

3. **Getrocknete Sehnen vom Pferde** lassen uns in mit Pikrocarmin zu färbenden Querschnitten in Glycerinconservirung die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Bündel, der Hüllscheiden und feinere Eintheilung durch von diesen aus eindringende Septa erkennen. Ranvier stellt diese Präparate durch 24stündige Einlegung dünner Sehnen in concentrirte Pikrinsäurelösung und nachfolgende durch wiederum 24-stündiges Einlegen erzielte Imprägnirung mit syrupdicker Gummilösung, danach durch abermals 24 Stunden dauernde Einwirkung gewöhnlichen Alkohols her. Die davon erhaltenen dünnen Querschnitte kommen durch 24 Stunden in Aqu. dest., dann mit Carmin gefärbt in 1 pCt. Ameisensäure-Glycerin.

4. a) **Elastische Fasern** zeigen sich in Praparat 2 c und in 2 d, wenn das Jodserum stark jodirt war, gelb; sie finden sich aber auch in allen in Essigsaure-Glycerin eingelegten oder in 10prozentiger Kalilauge behandelten Abschnitten des Mesenterium oder Mediastinum etc., oder endlich am einfachsten in Zupfpraparaten der gelben Bauchhaut oder

des Nackenbandes. Interstitielle Injection mit 1 pCt. Osmiumsäure-Lösung, nachfolgendes Einlegen der (Oedemkugel) in die gleiche Flüssigkeit durch 24 Stunden, lässt die abgespülten und in Glycerin zerzupften elastischen Fasern bei 500facher Vergr. quergestreift, bei 1000facher von starkbrechenden, linsenförmigen oder sphärischen Körnern zusammengesetzt erscheinen. b) Ein Stück Mesenterium wird trocken auf den Objektträger gebracht; in der Nähe eines grösseren Gefässes wird eine fein auslaufende scharfe Glasröhre zwischen beide Lagen eingestossen und durch Einblasen von Luft eines seiner Blätter abgehoben; das gefässfreie Blatt wird mit Pikrocarmin gefärbt und in Glycerin untersucht. Es zeigen sich die elastischen Netze bei 300facher Vergr.

8. Uebung.

Besondere Formen bindegewebiger Elemente liefern uns:

1. **Mesenterium und Netz.** a) Von Embryonen oder neugeborenen Thieren. Färbung mit Pikrocarmin, Haematoxylin oder Methylviolett nach vorheriger Abpinselung des Endothels von der Oberfläche; Untersuchung in Glycerin. Die **jugendlicheren Formen der gewöhnlichen Bindegewebszellen** finden sich in reichlicher Menge vor. b) Von älteren Thieren. Säugern oder Mesenterium vom Frosch. Man imprägnire ein ganz frisches Stück davon mit Silbernitrat durch Einlegen des vorher mit Aqua dest. abgespülten Hautabschnittes in eine 0,1—0.2 prozentige Lösung dieses Salzes, bis es schwach weisslich verfärbt erscheint, und setze dasselbe nach erfolgter Abspülung mit Wasser dem Tageslichte aus; danach färbe man es mit Pikrocarmin oder Haematoxylin und untersuche es in Glycerin oder nach erfolgter Entwässerung mit Alkohol (die auf dem Objektträger vorgenommen werden kann, indem man auf das eben abgetrocknete und so fixirte Präparat zunächst verdünnten und dann absoluten Alkohol durch 1—2 Minuten einwirken lässt), und folgender Aufhellung mit Terpentinöl in Canadabalsam. Bei oberflächlicher Einstellung des Mesenterialpräparates sehen wir so zunächst die durch dunkle, oft wellige Linien von einander abgegrenzten **Endothelzellen** mit roth resp. blau gefärbten Kernen der einen, bei tiefster Einstellung die der anderen Peritoneallage; zwischen beiden Lagen die Elemente des bindegewebigen Substrates. Das Netzpräparat zeigt die Zellen, den Balken des Netzes, auch seitlich sich anschmiegen und deren Kerne den Contour dieser überragen. Das Froschgekröse führt die zwischen den Endothelien befindlichen Stomata meist in grösserer Zahl vor Augen.

2. Die „**Mastzellen**“ finden sich in zahlreichen bindegewebigen Häuten, insbesondere den Mucosen und submucösen Geweben, der Haut und dem Unterhautbindegewebe, in den Aortenklappen des Rindes etc. und zeigen in feinen Schnitten, die mit wässeriger Methylviolett-Lösung gefärbt und mit Glycerin ausgewaschen sind, den Kern blau und den um diesen gelagerten Körnerkranz roth gefärbt. Dahlia färbt nur sie allein, während die sogen. eosinophilen durch Eosin färbbaren Zellen und die eigentlichen Lymphzellen dabei ungefärbt bleiben.

3. **Pigmentirte Bindegewebszellen** werden mit der Pinzette oder durch Abstreifen der Lamina suprachoroidea oder einer der anderen Choroidealschichten entnommen und in Glycerin bei 300facher Vergr. untersucht.

9. Uebung.

1. Das Studium der Zellen des eigentlichen Bindegewebes erfordert noch die Betrachtung der **Sehnenzellen**: dazu dienen folgende Präparate: a) Die zarten Sehnen, welche man nach Durchschneidung der Haut bei vorsichtig ziehender Loslösung eines Schwanzgliedes von Mäusen oder Ratten an dem losgelösten Stücke behält, werden zunächst auf dem Objektträger durch ein wenig Siegellack fixirt; nach ½-stündiger Einwirkung von Pikrokarmin mit Wasser abgespült, zeigen sie, in Essigsäure-Glycerin eingebettet, die von seitlichen Streifen begrenzte Rückenfläche der einem aufgeblätterten Buche vergleichbaren Zellen. b) Die Isolation dieser Sehnenzellen gelingt durch 24-stündige Einwirkung von 1 pCt. Osmiumsäurelösung, von welcher das Präparat durch die gleiche Zeit in Pikrocarmin kommt, um danach in 1 pCt. Ameisensäure-Glycerin zerzupft und konservirt zu werden. Das so behandelte Präparat zeigt gleichzeitig den fibrillären Zerfall der Sehnenbündel. Behufs noch deutlicherer Darstellung der die Sehne endothelartig bekleidenden Zellen wird c) die frische Mäuse- oder Rattenschwanzsehne mit 0,2—0,3 pCt. Silbernitratlösung imprägnirt; Untersuchung in Glycerin.

2. **Fettgewebe** zeigt sich a) in Zupfpräparaten des Panniculus adiposus besonders vom Hunde aus einzelnen grossen, von einem glänzenden Fetttropfen ausgefüllten Zellen aufgebaut, welche b) nach interstitieller Injection von 0,1 pCt. Silbernitratlösung in ein dem eben getödteten Hunde entnommenes Stückchen fetttragender Haut ihre einzelnen Bestandtheile zeigen. Kern und Zellhülle sehen wir in Präparaten zufällig Fettgewebe enthaltender Objekte, die in Paraffin eingebettet und gefärbt wurden, allein restiren; das Fett selbst ist durch das Terpentinöl extrahirt. c) Interstitielle Injection mit Osmiumsäure-Lösung 1 : 300 und nachfolgende Tinktion lässt die Fettmasse braun bis schwarz, und die am Rande der klumpigen Massen befindlichen einzelneren Fettzellen mit gefärbten Protoplasmahalbmond und Kern ausgestattet erscheinen.

10. Uebung.

1. **Retikuläres Bindegewebe** stellen wir a) seiner in den Maschen lagernden Lymph- und auf den Balken aufsitzenden endothelartigen Zellen gänzlich beraubt dar durch Auspinselung von Schnitten, welche von nicht langer als 24 Stunden in gesättigter Pikrinsäurelösung gelegenen Lymphdrüsen stammen.[1]) b) Ranvier empfiehlt ferner behufs

[1]) Das Präparat wird mit einem feinen nicht zugespitzten Malerpinsel durch längere Zeit fortgesetztes senkrechtes Aufstossen betupft. Schonender ist das Ausschütteln der Schnitte in Wasser in nicht ganz gefüllten Reagensgläschen; auch diese Prozedur muss 5—10 Minuten fortgesetzt werden. Eine gänzliche Beseitigung der so unendlich reichlich vorhandenen Zellen ist selten zu erreichen; nur einzelne Partien des Präparates erweisen sich leer.

Darstellung der der Oberfläche der Balken aufsitzenden endothelartigen Zellen die interstitielle Injection von 0,33 pCt. Osmiumsäurelösung in die Lymphknoten, nachfolgende Härtung in Alkohol und schliessliche Behandlung der Schnitte mit dem Pinsel.

2. **Schleimgewebe.** Der Nabelstrang jugendlicher Embryonen wird a) in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol gehärtet, dann entweder 24 Stunden lang ausgewässert und mit Gummiglycerin imprägnirt, oder in Paraffin eingebettet. Die Schnitte des auf die erste Weise gehärteten Nabelstranges werden nach der Extraktion des Gummis in Wasser mit Haematoxylin oder Pikrocarmin gefärbt; ebenso die letzteren, nachdem sie in der auf Seite 30 geschilderten Weise von Paraffin befreit sind. b) Besonders schöne Bilder von den Zellen giebt interstitielle Injection von Jodserum. c) Sehr instruktive Präparate liefert auch der in 1 pCt. Osmiumsäure gehärtete Schwanz von Frosch- oder Tritonenlarven in Querschnitten. Die Zellen sind darin durch die Härtungsflüssigkeit grau gefärbt.

3. **Embryonales Bindegewebe** studire man an den durch Injection stark jodirten Serums in das Unterhautgewebe 15—25 *cm* langer Rindsembryonen gebildeten Oedemkugeln. Feine Schnitte mit krummer Scheere entnommen lassen die Zellen und deren Fortsätze gelb gefärbt und granulirt, die Bindegewebsbündel beinahe farblos erscheinen. Ranvier schliesst daraus bekanntlich auf die selbständige Entwickelung der Bindegewebsfibrillen unabhängig von den Zellen.

11. Uebung.

Das Studium des **Knorpelgewebes** erfordert durchaus sehr feine Schnitte, welche mit einem scharfen Skalpell von entsprechenden Knorpeln hergestellt werden. Man führe aus:

1. Schnitte von **embryonalem Knorpel.** Jeder noch nicht in der Ossifikation begriffene Skeletknorpel, event. nach vorheriger Härtung in Alkohol, insbesondere die knorpelige Wirbelsäule jugendlicher Embryonen liefert dazu geeignetes Material. Alauncarmin, Pikrocarmin etc. lassen die sehr zahlreichen Zellen in ungefärbter homogener Grundsubstanz deutlich hervortreten.

2. **Hyaliner Knorpel** wird dem Knorpelüberzug eines Gelenkkopfes frisch entnommen, und a) ohne Zusatz oder mit indifferenter Flüssigkeit insbesondere 0,5 pCt. Alaunlösung untersucht. Farbung desselben erzielt man mit Purpurin durch 24—48 stündiges Einlegen in eine 0,5 pCt. Alaun-Lösung, welche siedend mit geschlemmtem Purpurin und nach der noch heiss vorzunehmenden Filtration mit 30 *ccm* auf 100 Theile 36° Alkohols versetzt ist. Die Jod-Jodkaliumlösung färbt nur das Zellprotoplasma und hebt es dadurch deutlich von der Grundsubstanz und Kapsel ab. Konservirung der Präparate erfolgt am besten nach vorheriger Pikrinsäurehärtung in 1 pCt. Carbolwasser oder wässerigem Glycerin. b) Die fibrilläre Struktur der scheinbar hyalinen Grundsubstanz wird durch längeres Maceriren frischer Knorpelstückchen in 10prozentiger Kochsalzlösung oder durch die Trypsinverdauung demonstrirt. c) Die

Saftkanälchen des Knorpels erhält man nach Budge durch Einlegen dünnner Knorpelschnitte in Aether, nach dessen Verdunstung sie noch feucht mit Collodium eingedeckt werden.

3. **Netzknorpel.** Feinste Schnitte des in Alkohol gehärteten Kehldeckel- oder Ohrknorpels vom Pferd oder Hund, werden in Wasser oder nach Pikrocarminfärbung in Glycerin untersucht.

4. **Bindegewebsfaserknorpel** liefern die Zwischenwirbelscheiben. Färbung der Zellen am besten durch Bismarckbraun oder Alauncarmin.

12. Uebung.

Knochengewebe. 1. **Uebersichtspräparate** bieten sich uns in Quer- und Längsschliffen des vollkommen macerirten Knochens. Mit der Säge werden zunächst feine Knochenplättchen abgesägt und diese dann auf feinerem Schleifstein papierdünn geschliffen, und schliesslich auf dem Abziehstein polirt, indem man sie event. zur Schonung der Finger mit Siegellack auf Korkpfröpfe aufkittet; das Schleifen muss bis zum Durchscheinen des unterliegenden Siegellackes fortgesetzt und nach Ablösung des Präparates durch Alkohol auch auf die entgegengesetzte Seite ausgedehnt werden. Conservirung erfolgt trocken oder in sehr dickem Canadabalsam, wenn anders man das Präparat nicht durchsichtig machen will, was durch Einlegen des mit Terpentinöl durchtränkten Schliffes in dünnen Canadabalsam geschieht.

2. Füllung der **Kalkkanälchen** und **Knochenhöhlen** mit in Wasser unlöslichem Anilinblau in alkoholischer Lösung erreicht man durch möglichstes Abschaben der beim Schleifen und Poliren der vollständig fettfreien Knochenpräparate entstandenen Detritus- und Schmutzmassen von deren Oberfläche, und nachfolgendes Einlegen der Schliffe in jene Lösung durch 1 oder 2 Stunden. Unter der Luftpumpe geht diese Imprägnirung noch vollkommener vor sich. Auf dem Wasserbad bis zu vollkommener Eintrocknung erhitzt und auf mit 2 prozentiger Kochsalzlösung befeuchtetem Steine abgeschliffen, kann das so imprägnirte Präparat in Kochsalz-Glycerin aufbewahrt werden.

3. **Knochenzellen** werden am besten an Schnitten kleinster Stückchen (von 4—5 *mm* Seitenlänge) frischen compakten oder spongiösen Knochengewebes dargestellt, welche mit concentrirter Pikrin- oder 2 prozentiger Chromsäure unter öfterem Wechsel der Flüssigkeit entkalkt werden. Färbung der davon entnommenen feinsten und ausgewässerten Schnitte mit Purpurin oder Anilinfarben zeigt die Zellen im Innern der Höhlen bei starker Vergrösserung.

4. Den **fibrillären Bau der Grundsubstanz** zeigen feine Plättchen von mit Ebner'scher Salzsäure (1—3 pCt. Salzsäure, welche 10—15 pCt. Kochsalz enthält) macerirten und entkalkter Knochenstückchen.

5. **Sharpey'sche Fasern** erhalten wir in Querschliffen eines macerirten Schädelknochens, die mit 0,5—1 pCt. Salzsäure entkalkt sind.

6. **Injection der Blutgefässe** bewerkstelligen wir durch Einspritzung des löslichen Berliner Blau in die hintere Aorta unter hohem Drucke bei

unverletztem Hintertheil. An solchen Präparaten kann die unter 3 angegebene Behandlungsweise ausgeführt und dadurch zweierlei, Gefäss- und Zellendarstellung, erreicht werden.

13. Uebung.

1. Das **Knochenmark** zeigt a) alle seine Bestandtheile (excl. farbige Blutzellen), wenn es in kleinen Quantitäten einem längsgespaltenen Knochen entnommen, durch etwa 24 Stunden in Ranvier'schen Alkohol eingelegt und danach mit Wasser auf dem Objektträger geschüttelt und mit Pikrocarmin (1 : 100) gefärbt wird. Conservirung in Glycerin. Vergr. 300. b) Eine durchbrochene Rippe vom Hund oder kleinen Säugethier wird mit der Knochenzange in der Nähe des Bruchendes so lange gepresst, bis ein Tropfen Saft in indifferente Flüssigkeit auf einen Objektträger abfliesst. Bei 5-600facher Vergr. lassen sich verschiedene Stadien des Blutzellenbildungsprozesses verfolgen.

2. **Die Osteogenese** wird an Metacarpal- oder Phalangenknochen eines jugendlichen Rindsembryos oder eines wachsenden kleineren Säugers studirt. Vorbereitung: Fixirung der Elemente durch einwöchiges Einlegen in reichliche Menge von etwa 2—5 pCt. Ammoniumbichromat-Lösung, danach Entkalkung in 0,2-2 pCt. Chromsäure-Lösung unter häufigem Wechsel, Auswässerung, 3-4tägige Imprägnirung mit dünnsyrup-dicker Gummilösung. Härtung mit Alkohol. Die Schnitte in Längs- und Querrichtung werden nach Entfernung des Gummis durch 24stündiges Einlegen in Wasser während 14-48 Stunden in Purpurinlösung oder 0,1 pCt. Fuchsinlösung gefärbt. Vorherige Injection der zur Untersuchung zu verwendenden Extremität liefert um so schönere Bilder, wenn auch die Blutgefässe durch die immer sehr reichlich darin angesammelten Blutzellen an sich schon deutlich hervortreten.

14. Uebung.

1. Die Untersuchung des **Zahngewebes** wird an Schliffen vorgenommen. Ganz frische oder gewässerte jugendliche Schneidezähne des Hundes werden mit der Laubsäge in Längs- und Querschnitte zerlegt. Auf Korkpfröpfe, wie die Knochenplättchen aufgekittet, müssen sie alsdann wie jene von beiden Seiten abgeschliffen werden. Einbettung in dicken Canadabalsam. b) Die Präparate der Zahnentwickelung werden von den Kiefern ganz jugendlicher Embryonen entnommen und in der nämlichen Weise vorbereitet und behandelt wie diejenigen zur Demonstration der Knochenentwickelung.

2. **Glatte Muskulatur** studiren wir zunächst a) an Isolationspräparaten, die durch 24stündige Einlegung kleiner Muskelstückchen in 20 pCt. Salpetersäure oder durch 15—20 Minuten andauernde Einwirkung von 35-40 pCt. Kalilauge oder endlich durch 24—48stündige Maceration mit Jodserum, $^1/_3$ Alkohol, 1—4 pCt. Essigsäurelösung etc. erhalten werden. b) Die fibrilläre Struktur der kontraktilen Faserzelle erhält man an von der Muscularis abgezogenen Lappen eines

Darmstückes, das mit Alkohol zunächst stark gefüllt, dann in Alkohol durch 1—2 Tage eingelegt gewesen war. Zerzupfung derselben und Färbung mit Pikrocarmin soll die Fibrillen hervortreten lassen. — c) Schnitte durch die in Alkohol gehärtete Darmwand zeigen die Zellen im Längs- und Querschnitt. Der Schnitt selbst wird in dem zwischen Leber eingeklemmten Objekte von der serösen zur Schleimhautoberfläche geführt. Tinktion mit Haematoxylin oder Pikrocarmin lässt die charakteristisch stäbchenartigen Kerne deutlich hervortreten.

15. Uebung.

1. **Quergestreifte** oder **Skeletmuskulatur** eines frisch getödteten Thieres. a) in indifferenter Flüssigkeit sorgfältig zerfasert zeigt die Primitivbündel; nachfolgendes Zufliessenlassen eines Tröpfchens dünner Essigsäure lässt die Kerne des Sarkolemma hervortreten. b) Zerzupfung kleiner Muskelstückchen in Pikrocarmin zeigt dieselben roth und im Uebrigen deutlichere Querstreifung. An beiden Präparaten sieht man unter Umständen das Sarkolemma zwischen den Enden der zerrissenen und auseinandergewichenen Muskelsubstanz sich hinziehen. c) Deutlicher noch wird die Querstreifung an angespannten, dem frischgetödteten Kaninchen zu entnehmenden blassen Mulkelfasern, die dadurch fixirt werden, dass unter sie, solange sie mit einem Ende noch an dem Muskel adhärent, in gespanntem Zustande ein reiner Objektträger geschoben wird; auf diesem aufliegend, werden sie nunmehr erst auch an dem noch fixen Ende abgeschnitten und mit Deckglas zugedeckt. 5—600fache Vergr. d) Die fibrilläre Struktur der Primitivbündel demonstriren Muskeln, die einige Zeit in Alkohol, Müller'scher Flüssigkeit, 0,1 -0,2 pCt. Chromsäure etc. gelegen haben. e) Den Zerfall in die Bowman'schen Discs erhalten wir an Längsschnitten durch künstlich gefrorene Muskeln eines eben getödteten Säugers, die in Pikrocarmin zerzupft werden (Ranvier). f) Das Studium der feineren Details macht die Untersuchung der Flügelmuskeln eines Insekts, insbesondere des Hydrophilus piceus (des gewöhnlichen schwarzen Wasserkäfers unserer Teiche) bei sehr starken Vergrösserungen nothwendig. Die Methode ist die unter *a* angegebene, event. daneben Färbung in Haematoxylin auf dem Objektträger nach vorausgegangener halber Eintrocknung.

2. Die **Primitivcylinder** werden an Froschmuskeln erhalten, die durch Sitzenlassen an ihren Insertionspunkten gespannt, in 0,3 pCt. Osmiumsäure durch einige Minuten eingetaucht, und während 24 Stunden in 1 pCt. Pikrocarminlösung gefärbt werden. Mit reiner Essigsäure auf den Objektträger gebracht, werden sie durch Druck auf das Deckglas in ihre Primitivcylinder zerlegt. Mit 1 pCt. Osmiumsäure interstitiell injicirt und danach in Alkohol gehärtet, dann mit Gummi imprägnirt, und durch Alkohol wieder gehärtet, zeigen frische Froschmuskeln auf Querschnitten die Cohnheim'schen Felder.

3. Die **Aneinanderlagerung der Muskelbündel** studirt man an Querschnitten

durch den in Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol gehärteten Muskel.

4. Den in gleicher Weise behandelten Muskeln der behufs Injection der Knochengefässe mit Berliner Blau gefüllten Hinterextremitäten (s. Uebung 12) werden ferner Längs- und Querschnitte behufs Untersuchung der Gefässvertheilung entnommen.

16. Uebung.

1. a Den Zusammenhang der Muskeln mit den Sehnen betrachtet man am einfachsten an Präparaten der innersten Glieder von Fliegenbeinen, welche in 1 pCt. Osmiumsäure sorgfältig zerfasert werden. b) Ranvier tödtet zur Demonstration des Verhältnisses zwischen Muskel und Sehne einen Frosch in 1 l auf 55 ° C. erwärmten Wassers, lässt ihn $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde darin und entnimmt nach Entfernung der Haut dem Gastrocnemius dünne Scheerenschnitte, die von der Sehne aus in der Axe des Muskels vordringen. Die Primitivbündel lassen sich dann nicht nur leicht von einander trennen, sondern haften auch nur locker an der Sehne. Wird ein solches, sehr vorsichtig hergestelltes Zupfpräparat mit stark jodirtem Jodserum versetzt, so tritt Braunfärbung einer zwischen dem zurückgezogenen Ende der Muskelsubstanz und der Sehne gelegenen Masse auf, die von dem noch mit der Sehne verbundenen Sarkolemma umschlossen ist. Eine eigentliche Lösung des Sarkolemma von der Sehne, wie sie Weismann durch $^1/_4$—$^1/_2$stündiges Einlegen von kleinen Muskelstückchen in 35 pCt. Kalilauge erzielt haben will, konnte Ranvier nicht erreichen.

2. Die **Herzmuskulatur** zeigt alle ihre Besonderheiten, a) bei 24stündiger Behandlung feiner Vorkammerschnitte in einigen Cubikcentimetern einer 0,01—0,02 pCt. Chromsäure oder Ranvier'schen Alkohols und folgender weitere 24 Stunden dauernder Färbung in Pikrocarmin, Aufbewahrung in 1 pCt. Ameisensäure Glycerin b) Querschnitte durch die vorher eventuell von der Aorta aus injicirte und gehärtete Herzwand zeigen mit Pikrocarmin etc. gefärbt neben Schiefschnitten auch reine Muskelquerschnitte. c) Die Purkinje'schen Fasern nebst den von ihnen eingeschlossenen Zellen erhält man am einfachsten durch 24stündige Maceration kleiner Schnitte der inneren Oberfläche des Schaf- oder Pferdeherzens in $^1/_3$ Alkohol. In Pikrocarmin zerzupft werden dieselben in Glycerin oder nach Entwässerung auf dem Objektträger und Aufhellung mit Terpentinöl in Canadabalsam eingeschlossen. —

17. Uebung.

Markhaltige und marklose Nervenfasern werden dem Ischiadicus eines ganz frisch getödteten Frosches entnommen und a) in Wasser oder besser noch in Jodserum oder $^1/_3$ Alkohol b) in 1 pCt. Pikrocarminlösung oder besser nach 4—24stündiger Einlegung in Alkohol absol. in etwa 0,5—1 pCt. Fuchsinlösung gefärbt zerfasert. Präparat *a* zeigt die Gerinnung des Myelins, *b* den Axencylinder deutlich und dieser zwar

je von den Schnürringen aus roth gefärbt, wenn die Einwirkung des Farbstoffes 24 Stunden dauerte. c) Frische Nerven werden in 0,3 pCt. Silbernitratlösung durch etwa 5 Minuten imprägnirt; mit Kochsalzlösung abgespült und in Wasser zerfasert zeigen sie die »griechischen Kreuze« in den Schnürringen; langsames Nachfliessenlassen von Glycerin macht sie zu Dauerpräparaten. — d) In ihrer physiologischen Extension durch Aufbinden der noch nicht aus ihrem Zusammenhang gelösten Nervenfasern auf untergelegte feine Hölzchen erhalten, werden dieselben nunmehr aus ihrer Continuität getrennt und event. nach Spaltung des Perineurium während einiger bis 24 Stunden in 1 pCt. Osmiumsäure eingetaucht. Man erzielt dadurch Schwarzfärbung der Markscheide bei Hellbleiben der Schnürringe in zerzupften Präparaten. Vorsichtiges Zerfasern in 0,5 pCt. Osmiumsäure liefert ähnliche Präparate, es treten darin besonders auch die cylindrokonischen Segmente hervor. e) Querschnitte lassen sich auch durch vorgängig mit Osmiumsäure behandelte und dann in Alkohol gehärtete, mit Gummi imprägnirte und wieder 24 Stunden lang in Alkohol gelegene Nervenbündel ausführen. Die Markscheiden der markhaltigen Fasern bilden verschieden breite schwarze Ringe um den hellen Axencylinder.

2. **Remak'sche Nervenfasern** aus dem Halstheil des Sympathicus werden nach 24stündiger Maceration in höchst verdünnter Essigsäure (2—5 Tropfen auf 100 *Ccm* Wasser) in Haematoxylin durch Zerfaserung erhalten.

18. Uebung.

1. **Nervenzellen**: a) Die **Spinalganglien** eines höheren Wirbelthieres kommen 4—10 Minuten in 0,1—0,2 pCt. Essigsäure, dann auf 12—48 Stunden in 0,01 pCt. Chromsäure, Auswässern, Zerzupfen in Pikrocarmin, und Zugabe von Glycerin zu dem bedeckten Präparat liefert isolirte Zellen. b) Die Zellen der Gross- und Kleinhirnrinde erhält man durch Einlegen halb erbsengrosser frischer Stückchen dieser Nervensubstanz in reichliche Menge einer 0,1 pCt. Osmiumsäure-Lösung durch 10—15 Tage; die schwarz gewordenen Stückchen werden nach der Abspülung in Wasser durch weitere 8—14 Tage in Glycerin und, wenn recht weich durch längeres Auftupfen mit einer Präparirnadel auf ein durch 4 Wachsfüsschen gestütztes Deckglas, unter welchem ein kleines Stückchen in den Raum zwischen Objektträger und Deckglas nicht ausfüllendem Tropfen Glycerin lagert, zum Zerfall gebracht.

2. **Nervenendigungen**: a) Motorische werden durch interstitielle Injection 1—2 pCt. Osmiumsäure in Augen- oder Intercostalmuskeln, sofortige Abtragung kleiner Muskelstückchen in der Längsrichtung, Abwaschen und Zerzupfen in Wasser dargestellt. Bremer benutzt dazu die Vergoldungsmethode an Muskeln frischgetödteter Frösche. Kleine Muskelstückchen kommen in 25 pCt. Ameisensäure, bis sie durchsichtig sind, dann durch 15—20 Minuten in 1 pCt. Goldchlorid-Lösung, darauf werden sie 24 Stunden in 25 pCt. Ameisensäure im Dunkeln und schliesslich durch 2—3 Wochen in 20 pCt. Ameisen-Glycerin aufbewahrt. Die

Schwere des Deckglases, event. leichter Druck auf dasselbe, zerdrückt die mit der Scheere entnommenen feinen Schnitte. b) Die Nervenendigungen in der Hornhaut werden ebenfalls durch die Vergoldung veranschaulicht. Die Cornea eines frisch getödteten Thieres kommt auf 10 Minuten in 50 pCt. Ameisensäure, dann 15—20 Minuten in 1 pCt. Goldchloridlösung und zur Reduction in 33 pCt. Ameisensäure. Schnitte, welche senkrecht zur Oberfläche durch die gehärtete Cornea ausgeführt werden, zeigen die Verbreitung der Nervenfibrillen. c) Vater-Pacini'sche Körperchen aus dem Mesenterium möglichst magerer Katzen herauspräparirt, werden in Carbolwasser oder nach der Imprägnirung mit Silbernitrat 1:300 in Glycerin bei 30—100facher Vergr. untersucht und conservirt. d) Der Plexus myentericus in den Hohlorganen (Darm, Ureter etc.) zeigt sich nach mehrtägiger Maceration des mit der gleichen Flüssigkeit gefüllten Darmes kleiner Thiere (Frosch, Maus etc.) in höchst verdünnter Essigsäure (5 Tropfen auf 100 *Ccm* Wasser). Behufs der Untersuchung wird der Darm aufgeschnitten, auf einer Korkplatte ausgespannt und von der Schleimhaut befreit. Man findet alsdann in einer der beiden Muskelschichten, die womöglich auch von einander getrennt werden, nach erfolgter Auswässerung und Färbung in Haematoxylin die interessanten Nervengeflechte an den in Glycerin zu untersuchenden Präparaten schon bei schwacher Vergrösserung.

Circulationsapparat.

19. Uebung.

Blutgefässe. 1. **Capillargefässe, kleine Arterien und Venen** gewinnen wir am besten an folgendem Präparat: Ein 1 *qcm* grosser Abschnitt der Pia von der Basalfläche eines frischentnommenen Hirns wird durch seichten Einschnitt von der Nachbarschaft getrennt. Derselbe wird dann mit ein wenig Hirnsubstanz losgelöst und durch den Wasserstrahl von dieser befreit. Darauf wird das ganze mit den Gefässen der betreffenden Hirnpartie besetzte Stück mit Silber imprägnirt (Uebung 8b), der Reduction durch Licht unterworfen und endlich in Pikrocarmin oder Haematoxylin gefärbt und in Glycerin oder Canadabalsam conservirt. Erste Untersuchung bei schwacher, detaillirte bei starker Vergrösserung.

2. Je eine **Arterie** des elastischen (Aorta) und eine solche des muskulösen Typus (Art. colic. des Pferdes) wird gehärtet oder getrocknet: in ersterem Falle erfolgt die zum Schneiden nöthige Einbettung in Klemmleber, in letzterem zwischen Korkplatten (oder Hollundermark). Von der ersteren Arterie fertige man Schnitte parallel der Gefässaxe, von der letzteren solche senkrecht zu derselben. Färbung in Pikrocarmin (Zellkerne roth, elastische Häute etc. gelb), oder Haematoxylin.

3. Die **hintere Hohlvene des Pferdes** bietet dort, wo sie über die vordere Leberfläche tritt, in ihrer dieser zugewendeten Wand sehr günstiges Untersuchungsmaterial. Querschnitte durch dieselbe durchschneiden ganze Bündel longitudinal verlaufender organischer Muskelfasern senkrecht zur Axe.

4. Die „**Aortenzellen**“ zeigt die durch Abpinseln des Endothels beraubte, abgezogene Intima der frisch entnommenen und auf Kork ausgespannten Aorta nach 5—10 minütiger Imprägnirung mit 0,25 pCt. Silbernitratlösung.

5. Die „**Lymphbrunnen**“ des Centrum tendineum des Diaphragma und damit den Zusammenhang der Lymphgefässe mit den serösen Höhlen weist man nach Ranvier nach, indem man das abgewaschene Centrum tendineum eines eben getödteten Kaninchens in eine Silberlösung 1 : 300 eintaucht. Nachdem die Imprägnation vollzogen und event. auch Pikrocarminlösung stattgefunden, wird ein Theil des Präparates von der Bauch-, der andere von der Brustfläche in Glycerin gemustert. Im Niveau der zwischen den Sehnenbündeln befindlichen helleren Lymphspalten finden sich auf der peritonealen Seite besonders Inseln kleinerer Lymphzellen zwischen den Endothelien, welche sich an der Mündung von Kanälen anhäufen, deren Wand selbst wieder mit einer Reihe ähnlicher Zellen besetzt ist. Diese bei allmäliger Senkung des Objectivs in die Lymphspalten verfolgbaren Canäle sind Ranvier's Lymphbrunnen.

20. Uebung.

Lymphdrüsen und Thymusdrüse. 1. Behufs Herstellung von **Uebersichtspräparaten** sei hier das Ranvier'sche Verfahren empfohlen. Eine Lymphdrüse kommt durch 24 Stunden in 30 pCt. Alkohol, von hier weitere 24 Stunden in schwach syrupartige Gummilösung, endlich in starken Alkohol. So gehärtet können davon mit dem Mikrotom und dem Rasirmesser leicht feine Schnitte angefertigt werden. In Alkohol aufgenommen, werden sie dann in ein flaches Schälchen mit Wasser durch Fischlöffel oder Pinsel übertragen. Nach 2—3 Minuten ist der das Gewebe infiltrirende Gummi gelöst. Jetzt mit dem Pinsel vorsichtig auf den Boden des Gefässes aufgedrückt, wird der Schnitt nunmehr mit diesem seiner zelligen Füllungsmasse möglichst beraubt. Als spinnwebenartig zarte Membran kommt er dann in Haematoxylin, oder er wird, auf dem Objektträger halb eingetrocknet, mit diesem Farbstoff behandelt. Nach der Färbung ausgewaschen, wird er in Glycerin oder entwässert und aufgehellt in Canadabalsam eingebettet.

2. Das **cavernöse System** der Lymphdrüsen wird mit Berliner Blau gefüllt; eine Mesenterialdrüse der Katze oder eine Cervicaldrüse des Hundes wird interstitiell, eine Mesenterialdrüse des Pferdes durch Einbinden der Canüle in das zuführende Lymphgefäss gefüllt. Die Flüssigkeit tritt von der nächstgelegenen zu den benachbarten damit zusammenhangenden Drüsen, und diese letzteren eignen sich, in Alkohol etc. gehärtet, ganz besonders zur Untersuchung.

3. Von dem injicirten und gehärteten Darme eines Hundes oder Kaninchens wird in der Gegend eines Peyer'schen Plaque ein Querschnitt hergestellt. Man erhält so das **Gefässnetz der Lymphfollikel**. Die Injection selbst wird am einfachsten von der Art. mesent. ant. aus mit löslichem Berliner Blau vorgenommen.

4. Die **Thymusdrüse** liefert in Zupfpräparaten die eigenthümlichen concentrischen Körper.

21. Uebung.

1. Die **Milz.** a) Die Zellen der Pulpa werden nach Vertheilung einer geringen Menge von der Schnittfläche abgestrichenen Parenchyms in Kochsalzlösung gemustert. Ausser den Zellen der Milzpulpa finden sich hierin gewöhnlich auch die spindelförmigen Endothelzellen der cavernösen Milzvenen. b) Für Uebersichtspräparate empfiehlt es sich, Schnitte durch die ganze Milz kleiner Thiere mit dem Gefriermikrotom herzustellen; dieselben werden auf dem Fischlöffel in Kleinenberg'sche Pikrinsäure (100 *g* gesättigter Pikrinsäure-Lösung, die 2 *g* Acid. sulfuric. enthalten, werden mit 300 *g* Aqu. dest. verdünnt) unter öfterem Auf- und Niederbewegen des Löffels, bis eine Coagulation des Eiweisses erfolgt ist, fixirt und nach Auswaschen in Wasser, in Alauncarmin oder verdünnter Haematoxylin-Lösung gefärbt. Entwässerung, Aufhellung unter gleichzeitiger Doppelfärbung, Einbettung in Canadabalsam oder Damarfirniss. — Für die Untersuchung grösserer Milzen empfiehlt sich die Härtung mit Chromsäure (allmälig von 0,2—0,5 pCt ansteigend), doppelt chromsauren Salzen (allmälig von 2—5 pCt. ansteigend), Müller'scher Flüssigkeit bei Einlegung höchstens 1 *ccm* grosser Stückchen in 200 *ccm* Flussigkeit und häufigem Wechsel derselben. Nachfolgende Entwässerung durch Alkohol, Imprägnirung mit Terpentinöl und Einbettung in Paraffin, bereiten sie zum Schneiden vor. Totalfärbung gelingt meist nicht, bei nachträglicher Färbung der einzelnen Schnitte entstehen Verluste.[1]) c) Für die Injection der cavernösen Milzvenen bedarf es einer mit Berliner Blau gefärbten dünnen Leimmasse, die mit dem Apparat für constanten Druck eingespritzt und sofort sistirt wird, wenn die Masse nicht mehr leicht abfliesst. Färbung wie sub b.

2. Die **Thyreoidea** eines Kalbes wird in Alkohol oder Chromsäure etc. und Alkohol gehärtet und entwässert. Einbettung in Paraffin, Schnitte werden mit Haematoxylin oder, was für Chromhärtung überhaupt besser passt, mit Safranin (cf. Uebung 2) oder mit Czokor'schem Cochenille-Carmin tingirt. —

Verdauungsapparat:

22. Uebung.

Lippe, Zunge und Gaumensegel werden in gleicher Weise für die Anfertigung von Schnitten durch Alkoholhärtung vorbereitet; für die Zunge ist vorgängige Injection von der Art. maxillar. extern. aus

[1]) Ich habe neuerdings die von Ogata für die Bauchspeicheldrüse (Arch. für Anat. u. Phys., phys. Abthlg., Jahrg. 1883, IV. u. V. Hft.) empfohlene Härtung mit heissgesättigter Sublimatlösung resp. unter Zusatz von 1 pCt. Osmiumsäure, Alkoholhärtung, Imprägnirung mit Terpentinol und Paraffineinbettung versucht und kann dieselbe angelegentlich empfehlen.

empfehlenswerth. Totalfärbung ist wegen der Dichtigkeit der Organe nicht leicht durchführbar und bedarf event. sehr langen Einlegens in die färbende Flüssigkeit, als welche Alauncarmin und verdünntes Haematoxylin noch am geeignetsten; die injicirte Zunge muss sogleich nach der Injection in Alkohol. Die Schnitte werden aus freier Hand unter Einklemmung zwischen Leber oder nach Paraffineinbettung mit dem Mikrotom ausgeführt.[1] Wenn nicht vorgängig Färbung stattfand, so wird dieselbe jetzt mit den genannten Farbstoffen event. als Doppelfärbung (Hämatoxylin-Eosin) ausgeführt. a) **Lippe** im Querschnitt besonders aus der Nähe der Lippenwinkel, woselbst gleichzeitig Lippendrüsen in reichlicher Menge event. auch schwellkörperhaltige Haarbälge getroffen werden. b) die **Zunge** eines kleineren Thieres (Hund, Katze) wird zunächst im Bereich der Spitze in Querschnitten gemustert, von den Papillen werden die faden- und event. auch pilzförmigen getroffen. c) Der **Zungengrund** zeigt in Querschnitten durch die Mandeln deren lymphoiden Bau und die Zungenschleimdrüsen. d) Die 5 Schichten des **Gaumensegels** präsentiren sich auf Querschnitten durch dasselbe. Alle diese Schnitte werden zunächst behufs allgemeiner Orientirung mit schwacher, dann mit starker Vergrösserung betrachtet.

23. Uebung.

Speicheldrüsen. 1. Kleine Stückchen der frischen **Sublingualis** des Pferdes, oder der Submaxillaris kleinerer Thiere, werden durch 12—36 Stunden in einigen Cubikcentimetern $^1/_3$ Alkohol, verdünnter Chromsäure-, 5 pCt. neutraler chromsaurer Ammoniaklösung behufs Isolation der Zellen eingelegt. Halbmonde besonders schön in den Isolationspräparaten der Sublingualis.

2. Das eigentliche Studium der Drüsen erfolgt an Schnitten von vorher nach Ellenberger am besten in $^1/_2$—1 pCt. Osmiumsäure oder in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol gehärteten kleinen Drüsenabschnitten. Die entwässerten und in Paraffin eingebetteten oder mit Gummilösung imprägnirten und in Alkohol gehärteten Organstücke werden nach Extraction der Einbettungsmassen in Pikrocarmin oder Haematoxylin oder Gentianaviolett gefärbt. Nach der Abspülung in Wasser erfolgt die Untersuchung in Glycerin oder nach vorausgegangener Entwässerung und Aufhellung, behufs deren zur Doppelfärbung wenigstens nach der blauen Kerntinction das Eosin- oder Pikrinsäure-Nelkenöl (s. oben) verwerthet werden kann, in Canada- oder Damarlack. Die Pikrocarminfärbung lässt die Drüsenzellen farblos oder schwach röthlich, den Kern roth, die Gangzellen in ihrem Leibe gelb, deren Kern ebenfalls roth; die Gentianatinction die ersteren bläulich, den Zellleib der letzteren röthlich, den Kern blau erscheinen. Man fertige zum Studium der Verschiedenartigkeit der Drüsen an: a) als Paradigma der Eiweiss-

[1] Selbstverständlich können auch die in Paraffin eingebetteten Präparate aus freier Hand geschnitten werden.

drüsen Schnitte von der Parotis des Pferdes; b) als solches der Schleimspeicheldrüsen Schnitte von der Sublingualis; c) als Beispiel für die gemischten Speicheldrüsen solche von der Submaxillaris.

24. Uebung.

Magen. 1. Vormagen. Ein etwa 1 *qcm* grosses Stück der linken Abtheilung des Pferdemagens oder eines der 3 ersten Wiederkäuermagen (besonders des Psalters in Einschluss einer seiner kleinsten Blätter) wird mit Alauncarmin oder Haematoxylin oder Pikrocarmin in toto gefärbt und nach der Auswässerung (die bei etwaiger Ueberfärbung durch einige Minuten andauerndes Einlegen in 0,1 pCt. Salzsäure geschehen muss) in Alkohol gehärtet. Der senkrecht zur Fläche geführte Schnitt des in Klemmleber oder Paraffin eingebetteten Objectes wird entweder in Glycerin oder Canadabalsam untersucht.

2. Drüsenmagen. a) Kleine Stückchen der frischen Schleimhaut der rechten Magenabtheilung des Pferdes, oder derjenigen des Hundemagens kommen auf 24 Stunden in wenige Cubikcentimeter einer Macerationsflüssigkeit. Schon nach wenigen Stunden kann man isolirte Zellen darin antreffen, nach der angegebenen Zeit gelingt es, die einzelnen schlauchförmigen Fundusdrüsen resp. ästig-tubulöse Pylorusdrüsen zu erhalten. b) Schnitte durch die Fundusdrüsenregion. Frische Schleimhautstücke vom Pferdemagen (Curvatura major) oder vom Magen des hungernden Hundes werden mit 1 pCt. Osmiumsäure, andere auf einer Korkplatte ausgespannt, die Oberfläche frei nach oben gewendet, in Alkohol gehärtet. Einbettung zwischen Klemmleber oder in Paraffin gestattet Anfertigung zunächst von Querschnitten, die alsdann mit Haematoxylin, Safranin oder Vesuvin vor- und mit Eosin nach-, oder auch mit einer Mischung von Boraxcarmin und Indigcarmin vor- und mit Eosin oder Pikrinsäure nachgefärbt werden. Untersuchung in Glycerin oder nach erfolgter Entwässerung und Aufhellung in Harzeinschluss. In den Drüsen sind die Belegzellen durch die Osmiumsäure dunkel gefärbt, der Kern zeigt die Farbe des angewendeten Farbstoffes; die Hauptzellen sind meist nur in ihrem Kern gefärbt, der Zellleib dagegen ist farblos. Das interglandulare und Schleimhautgewebe, die Muscularis etc. zeigen die Doppelfärbung. — Von dem gleichen Objecte fertige man auch Flächenschnitte aus verschiedenen Tiefen desselben an. Durch sie wird der differente Aufbau der Drüsen im Halse und im Secretionsschlauche illustrirt.

25. Uebung.

1. Pylorusdrüsenregion. Die Schleimhaut- resp. Wandabschnitte werden wie die der Fundusdrüsenregion gehärtet und behandelt. Eosin-Nachfärbung lässt auch den Zellleib der Drüsenepithelien sich färben, Osmiumsäure sich schwärzen, sie unterscheiden sich somit von den Hauptzellen der Labdrüsen durch diese Eigenschaften. Auch dem Schneiden vorausgehende Totalfärbung mit Alauncarmin oder

Haematoxylin gelingt gut. Die äusserst lockere und sehr reichliche Submucosa erfordert eine möglichst sorgfältige Behandlung der zarten Schnitte, besonders bei der Uebertragung derselben aus Alkohol in die wässerigen Farbstofflösungen, da die energischen Diffusionsvorgänge die Schnitte in wirbelnde Bewegungen versetzen, welche gar leicht ein Zerreissen veranlassen. Deshalb ist auch eine Fixirung der Präparate auf dem Objectträger in der oben angedeuteten Weise oder eine ganz allmählich fortschreitende Verdünnung des Alkohols durch Uebertragung der Schnitte aus dem absoluten in konzentrirten, von hier in diluirten etc. angezeigt.

2. **Darmkanal**. a) Der Dünndarm wird in einem entsprechend grossen Abschnitt mit Alkohol gefüllt, abgebunden und in Alkohol eingesenkt, bald (nach 1—3 Tagen) hat derselbe den zum Schneiden nöthigen Härtegrad erreicht. Die weitere Behandlung gleicht derjenigen der Magenschnitte. Auch hier kann vorgängige Totalfärbung mit Erfolg angewendet werden. Man stelle zunächst Schnitte vom Duodemun her, um die in der Subumcosa gelegenen Brunner'schen Drüsen zu studiren. Dann untersuche man Schnitte vom Leer- oder Hüftdarm, die zweckmässiger Weise dem oben zum Studium der Peyer'schen Plaques bereits benutzten injicirten Darm entnommen werden. b) Das geeignetere Material zur Untersuchung der Lieberkühn'schen Drüsen und Darmschleimhaut bietet der Dickdarm. In kleinen Stücken auf Kork extendirt, in Alkohol gehärtet, wird er event. nach vorheriger Totalfärbung in Quer- und Flächenschnitten studirt. Die Methode der Anfertigung solcher ist den im Vorangehenden geschilderten vollkommen analog.

26. Uebung.

Leber. 1. Leberzellen werden in Zupfpräparaten frischer Leber, die in Kochsalzlösung angefertigt werden, erhalten. Färbung der Zusatzflüssigkeit mit blauen oder rothen Anilinfarben lässt den oder die Kerne entsprechend tingirt erscheinen.

2. Schnitte von frischer Leber werden entweder mit dem Gefriermikrotom oder mit dem Doppelmesser, oder, was naturgemäss am schwierigsten, mit dem Rasirmesser hergestellt. Einer dieser Schnitte wird in Essigsäure-Glycerin bei schwacher Vergrösserung untersucht, der andere wird in ähnlicher Weise wie die Lymphdrüsen ausgepinselt, mit Haematoxylin, Pikrocarmin oder Anilinfarben tingirt und bei Anwendung der ersten beiden Farbstoffe in Glycerin, bei derjenigen der letzten Art dagegen nach erfolgter Entwässerung und Aufhellung in Balsam untersucht und conservirt. Das intraacinare Gefässnetz und Gerüstwerk werden dadurch ohne Injection veranschaulicht.

3. Die in Alkohol in Form kleiner Leberstückchen von ca. 2 *cm* Seitenlänge gehärtete Leber des Pferdes und Schweines wird theils senkrecht zur Oberfläche, theils parallel mit dieser geschnitten, zu welchem Zwecke 1 *ccm* grosse Stückchen passend in Paraffin eingebettet werden; indessen es lassen sich gerade von der gut gehärteten (be-

sonders einer nicht absolut entwässerten Schweine-)Leber auch aus freier Hand leicht umfangreichere dünne Schnitte herstellen. Dieselben werden in Haematoxylin gefärbt, abgespült, entwässert, durch Pikrinsäure- oder Eosin-Nelkenöl aufgehellt und diffus tingirt und in Balsam eingeschlossen. Schwache Vergrösserung orientirt über den Aufbau des ganzen Präparates, starke lässt die Details erkennen und ermöglicht besonders auch die Unterscheidung der einzelnen Gefässarten und dieser wieder von den Gallengängen (vgl. darüber den Text).

4. Zum Studium der einzelnen Thätigkeitsphasen benutze man in absolutem Alkohol schnell gehärtete Stücken von Lebern, die während verschiedener Verdauungsperioden entnommen wurden.

27. Uebung.

1. Die Gefässanordnung in der Leber wird an injicirten Präparaten untersucht. Die Injection geschieht bei durch Verblutung getödteten kleinen Säugern in die an der Wurzel des Gekröses von der linken Bauchseite aus aufzusuchende Pfortader mit löslichem Berliner Blau durch möglichst ruhigen und gleichmässigen Spritzendruck. Das von der Injectionsflüssigkeit verdrängte Blut sammelt sich bald in der durch Eröffnung der linken Brustwand freigelegten Vena cav. inf. an und wird durch eine kleine Incision in diese zum Abfluss gebracht; sobald jedoch blaue Flüssigkeit anlangt, wird die Hohlvene unterbunden und die Füllung bis zur Blaufärbung auch der oberflächlich gelegenen Acini fortgesetzt. Man kann event. auch von der Pfortader aus mit Kollmann'schem Carmin, von der Hohlvene mit Berliner Blau doppelt injiciren. Nachfolgende Härtung in Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol etc. macht die Präparate schnittfähig.

2. Die Injection der Gallencapillaren und intracellulären Vacuolen gelingt nach Pfeiffer durch vorsichtige Injection von 8—12 g löslichen Berliner Blaus, dem vorher eine geringe Menge Glycerin zugesetzt wurde, durch den Duct. choledoch. oder die Gallenblase an frisch durch den Genickstich getödteten und durch Eröffnung der Ven. cav. inf. möglichst entbluteten Kaninchen. Nach der Injection wird der Gallengang unterbunden und das ganze Thier in angesäuerten 90 pCt. Alkohol eingelegt, um den Farbstoff zunächst zu fixiren. Nunmehr werden die injicirten Leberpartien allein gehärtet und danach Schnitte senkrecht und parallel zur Oberfläche ausgeführt. Färbung mit Bismarckbraun. Die Leberzellen zeigen sich in dem in Balsam eingebetteten Präparate von einem zierlichen Netzwerk blauer Fädchen umsponnen, an denen kleine Knöpfchen im Innern der Zellen gesticlt ansitzen.

28. Uebung.

Pankreas. 1. Isolirte Drüsenzellen werden durch ein- bis mehrtägige Maceration kleiner Abschnitte der frischen Drüse in 0,15—0,2 pCt. Osmiumsäure und dann in 5 pCt. neutralem chromsauren Ammoniak oder in $^1/_3$ Alkohol oder Jodserum etc. erhalten.

2. Für das Pankreas von Fröschen, Salamandern etc. hat ganz neuerdings Ogata[1]) folgende Härtungs- und Färbungsmethode mit Erfolg in Anwendung gebracht. Die ganze frische Bauchspeicheldrüse kommt in 100—200 *ccm* einer heiss gesättigten Quecksilberchlorid-Lösung, die auch noch 1 *g* Osmiumsäure enthalten kann. Dieselbe durchdringt das Gewebe sehr schnell und erlaubt die Anfertigung der Schnitte in der bekannten Weise (eine vorherige Auswässerung behufs Entfernung des überschüssigen Sublimates erscheint mit Rücksicht auf die Messer nothwendig), vorausgesetzt, dass sorgfältige Härtung und Einbettung der Präparate erfolgt war. Die nach Altmann's Methode auf den Objektträger aufgeklebten Präparate werden zunächst mit Böhmer's Haematoxylin gefärbt; in 0.5 pCt. Alaunlösung ausgewaschen, kommen sie in 1 pCt. wässerige Lösung von Nigrosin, um in Wasser ausgewaschen zu werden, darauf in Eosin (1 Theil auf 60 Theile Alkohol und 140 Theile Wasser) und nach der Abspülung in Alkohol in Safraninlösung, die in der nämlichen Weise wie die Eosinlösung hergestellt ist. Auswaschen in Alkohol, absolutes Entwässern, Aufhellen und Einbetten in Canadabalsam folgen einander. Jeder Bestandtheil der Zelle wird dadurch anders gefärbt, der Kern durch Haematoxylin, der Nebenkern besonders durch Safranin, das Plasmosoma des Kerns durch Eosin, der Zellleib durch Nigrosin. Diese Härtungsmethode dürfte sich auch für Stücke von Bauchspeicheldrüsen unserer Thiere eignen, an deren Stelle kann indessen auch die Härtung mit Alkoh. absol., Chromsäure etc. Verwendung finden.

Respirationsapparat.

29. Uebung.

1. Ein 1 *qcm* grosses Stück der **Nasenscheidewand**, aus deren unterer und oberer Hälfte, wird in Alkohol gehärtet; zwischen Klemmleber oder in Paraffin eingebettet werden davon Schnitte senkrecht zur Oberfläche hergestellt. Totalfärbung oder nachträgliche Färbung durch die bekannten Tinctionsmittel. Einbettung in Glycerin oder Balsam. Der Knorpel erschwert die Einbettung, besonders in den letzteren, bedeutend, er rollt sich bei der Entwässerung gern auf und wird deshalb vor oder nach Anfertigung der Schnitte besser von der Schleimhaut getrennt.

2. Die **Trachea** wird in der gleichen Weise untersucht. Man wähle ein Stück aus der hinteren Wand.

30. Uebung.

Lunge. 1. Ein Stück der aufgeschnittenen Froschlunge wird in Jodserum macerirt, bald (nach 12—24 Stunden) gelingt es, das Lungenepithel mit dem Skalpell in Fetzen abzustreifen.

2. Die Darstellung der Lungenepithelien in situ geschieht durch Injection einer 0,2 pCt. Lösung von Argent. nitric. durch die Trachea,

1) Arch. f. Anat. u. Phys. Physiolog. Abthlg. Jahrgang 1883. Heft IV. u. V.

wozu auch hier wieder die Froschlunge die geeignetste ist. Die aufgeschnittene Lunge wird nach der Injection auf Kork ausgespannt und in Wasser dem Lichte exponirt. Nachfolgende Färbung mit Haematoxylin zeigt die Zellenkerne deutlich.

3. Die Anfertigung von Schnitten a) vom frischen Präparat ist schwierig, und die so erhaltenen Objecte sind auch zu einer Untersuchung der Details nicht ausreichend, sie dienen höchstens zur Orientirung über das allgemeine Verhalten und den etwaigen Alveolarinhalt. b) Behufs Erlangung der zum Schneiden nöthigen Consistenz wird die Lunge einer Katze oder des Hundes oder ein in Folge der Reichlichkeit von interlobulärem Bindegewebe leicht aus der Gesammtheit herauszupräparirendes Lungenläppchen des Rindes aufgeblasen und getrocknet. Die mit trockenem Messer abzutragenden möglichst feinen Schnitte werden zunächst in Wasser erweicht und danach mit Haematoxylin tingirt, um entweder in Glycerin oder entwässert und durch Eosin- oder Pikrinsäure-Nelkenöl diffus gefärbt und aufgehellt in Balsam untersucht zu werden. c) Es lassen sich auch unschwer Schnitte von der intratracheal mit Alkohol injicirten und dann in Alkohol eingetauchten Lunge eines kleineren Thieres oder von entsprechendem Lungenabschnitte des grösseren Thieres unter Einklemmung in Leber herstellen. Besser gelingt dies jedenfalls nach der Einbettung in Paraffin, was wie immer vorgängige vollständige Entwässerung und Terpentinöl-Imprägnirung erfordert, oder in Gummiglycerin, was nach der etwa vorausgegangenen Alkoholhärtung dessen Entfernung durch Auswässern nothwendig macht. Die ersteren Objecte können sogleich nach der Erkaltung, die letzteren nach 24stündiger Einwirkung von Alkohol auf die Härtungsmasse geschnitten werden. Nach entsprechender vorgängiger Befreiung der Schnitte von der Imprägnirungsmasse werden sie in Haematoxylin oder den Anilinfarben vor und nach der Entwässerung in gefärbtem Nelkenöl nachgefärbt und in Canadabalsam eingebettet. Zunächst Orientirung mit schwacher, dann genauere Untersuchung mit starker Vergrösserung.

4. Die von der Pulmonalis oder einer deren Zweige aus mit gefärbter Leimmasse oder kaltflüssiger Berliner Blaulösung injicirte Lunge wird nach der Härtung in Alkohol auf die eben angedeutete Weise in Gummi-Glycerin schnittgerecht gemacht. Die Schnitte zeigen das respiratorische Capillarnetz auf der Oberfläche der Alveolen in der Flächen-, auf Durchschnitten durch dieselben in der Seitenansicht.

5. Die in chromsauren Salzen und deren Mischungen und dann in Alkohol gehärteten Lungen von halbausgetragenen Embryonen zeigen in sonst ganz ebenso behandelten Schnitten wie die der athmenden Lungen den rein acinösen Bau der Fötallunge.

Harnapparat.

31. Uebung.

Niere. 1. Isolirte Nierenkanäle erhält man durch Einlegen erbsengrosser Stücke von Rinden-, Grenz- und Wärzchenschicht einer (Meerschweinchen)-Niere in reine Salzsäure während 10—12 (Orth),

15—20 (Schweigger-Seidel) Stunden; nachfolgendes tüchtiges Auswaschen mit Wasser, und 12—24stündiges Liegen in diesem führt zum Zerfall durch Schütteln oder vorsichtiges Fasern; Untersuchung in stark jodirtem Jodserum, wodurch die Harnkanälchen gelblich gefärbt werden.

2. Die Nierenepithelien allein werden schonender durch ein- bis mehrtägige Maceration kleiner Nierenstückchen aus den verschiedenen Schichten in 5 pCt. Lösung vom neutralem, chromsaurem Ammoniak, nachfolgendes Abwaschen und Einlegen in Aqu. dest. durch 1—2 Tage, und Zerzupfen in Kali acetic. oder Kochsalzlösung isolirt.

3. Schnitte fertigen wir an a) von der frischen Niere mittelst des befeuchteten Rasir- oder Doppelmessers unter Anwendung geringen Druckes auf das zwischen Zeigefinger und Daumen eingeklemmte Stück. b) Eine eigentliche Orientirung und Untersuchung des Details gestatten nur solche von der in Alkoh. absol. gehärteten und event. in Paraffin eingebetteten Niere. Dieselben werden am zweckmässigsten in der Längsrichtung durch die Rinde, in dieser und der Querrichtung durch die Grenzschicht und in der Querrichtung durch die Papillarzone gelegt. Man erhält so am besten die verschiedenen Ansichten und damit auch die Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Gänge. Tinction gelingt insbesondere (auch als Totalfärbung an frischen etwa 1 *ccm* grossen Stückchen) mit Alauncarmin und Haematoxylin. Auch Bismarckbraun und andere Anilinfarben geben gute Bilder. Einschluss und Conservirung in Glycerin oder Balsam.

32. Uebung.

1. Eine noch in situ befindliche Niere wird bei mässigem Drucke mit beliebiger kaltflüssiger Injectionsmasse von der Art. renal aus, gefüllt, bis die Flüssigkeit in den Stellulae Verheyenii anlangt; event. kann man unschwer die Arterien mit Kollmann'schem oder Ranvier'schem Carmin, die Venen mit löslichem Berliner Blau anfüllen. Härtung in Alkohol, Färbung der Schnitte bei einfarbiger Injection mit Haematoxylin resp. Carmin giebt in Längsschnitten durch die ganze Niere kleiner Säuger bei schwacher Vergrösserung prächtige Bilder der eigenartigen Gefässvertheilung. b) Uebersichtspräparate für den Zusammenhang der Nierenkanäle werden am besten durch Schnitte, welche die ganze Niere kleiner Sauger (Maus, Ratte) parallel oder senkrecht zu ihren Flächen treffen, erhalten.

2. Beliebigen Schichten eines frischentleerten oder dem Bodensatze länger stehenden **Harnes**, entnehmen wir ein Tröpfchen und untersuchen dasselbe bei starker Vergrösserung auf seine morphotischen Bestandtheile. Neben sparsamen Epithelien aus verschiedenen Theilen der harnleitenden Wege, Schleimzellen und Lymphoidzellen finden wir im normalen Pflanzenfresserharn, insbesondere beim Pferde, in reichlicher Menge Krystalle von kohlen- und auch oxalsaurem Kalke; beim Fleischfresser an Stelle dieser solche von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

3. Die durch Aufstecken auf der Korkplatte oder besser noch durch Alkoholinjection ausgespannte Wand der **Harnblase** zeigt an in der bekannten Weise hergestellten Schnitten die Schichtung des eigenthümlichen Uebergangsepithels.

4. Es wird ein 1 *qcm* grosses Stück der **Harnröhre** des männlichen Pferdes aus der unteren Wand der Ruthenportion herausgenommen und auf der Korkplatte extendirt in Alkohol gehärtet, und nun in Gummiglycerin oder Paraffin eingebettet. Die Schnitte senkrecht zur Wand geführt treffen deren 3 Lagen und geben uns vor Allem auch ein Bild von dem Baue eines Schwellkörpers (corp. cavernos. urethr.). Färbung mit Alauncarmin, Haematoxylin und den blauen Anilinfarben mit etwa folgender diffuser Nachfärbung geben übersichtliche Präparate. Die Behandlung und Uebertragung der Schnitte erfordert wegen des lockeren Zusammenhanges der einzelnen Schichten Vorsicht und event. Fixirung auf dem Objectträger.

Männlicher Genitalapparat.

33. Uebung.

1. **Hoden.** a) Die 33 pCt. Kalilauge isolirt schnell, die bekannten Macerationsflüssigkeiten dagegen langsamer und erst nach mehrtägiger Einwirkung auf kleinste Stückchen das Drüsenepithel nebst einzelnen Hodenkanälchen, die in Zupfpräparaten untersucht werden. Immer treten dabei, wenn dem Meerschweinchen entnommen besonders deutlich, die jugendlichen Bildungsstufen der Spermatozoiden in den Spermatoblasten und frei im Inhalte der Samenkanälchen auf. b) Vollständige Entwickelungsformen solcher finden sich in dem Inhalte des Canal. epididymid. und Vas deferens, der in Kochsalzlösung untersucht wird. c) Schnitte durch in 0,2—0,5 pCt. Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol gehärtete kleinste Hoden, die in Paraffin oder Gummiglycerin eingebettet sind, gewähren Uebersichtspräparate, auch des Nebenhodenkanales, deren Deutlichkeit durch Färbung mit Alauncarmin oder Haematoxylin wesentlich erhöht wird. Vorsicht ist bei der Uebertragung dieser Schnitte von Flüssigkeit zu Flüssigkeit vor Allem nöthig, da andernfalls beträchtliche Verluste durch Ausfall ganzer Hodenläppchen entstehen.

2. Der **Samenleiter** wird nach Füllung mit Alkohol in solchem gehärtet. Querschnitte durch seine beiden Portionen bei entsprechender Behandlung und Färbung orientiren uns über den Bau.

34. Uebung.

1. Die **Vesiculae seminales** des Pferdes werden ebenfalls zunächst mit Alkohol gefüllt und dann darin gehärtet. Schnitte, welche senkrecht zur Wand eines etwa 1 *qcm* grossen Abschnittes geführt werden, sind mit Haematoxylin oder Alauncarmin zu färben, und event. unter Doppelfärbung mit Eosin- und Pikrinsäure-Nelkenöl in Balsam einzuschliessen.

2. Die **Prostata** wie die **Cowper'schen Drüsen** verlangen Härtung in Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol oder nach Schneidemühl besonders in Merkel'scher Flüssigkeit, um in Paraffin oder Gummiglycerin eingebettet schnittgerecht zu werden. Färbung mit Haematoxylin oder Pikrocarmin giebt an Schnitten anschauliche Bilder von dem Aufbau dieser Drüsen.

3. Die Isolationsmethode mit $^1/_3$ Alkohol höchst verdünnter Chromsäure, 5 pCt. neutralem chromsauren Ammoniak u. s. f. liefert die freien Halbmondzellen der Cowper'schen Drüse.

4. Durchschnitte durch die ganze Eichel oder den Penis kleiner Thiere demonstriren deren Schwellkörper Härtung. Imprägnirung mit Gummiglycerin oder Paraffin, nachfolgende Färbung, Einschluss in Glycerin oder Balsam.

Weiblicher Genitalapparat.

35. Uebung.

Das **Ovarium** eines unserer Thiere wird je nach der Grösse ganz oder in entsprechenden Abschnitten durch 1—3 Tage in 0,33 pCt. Chromsäure auf Fliesspapier suspendirt erhärtet, durch 2—3 Tage ausgewaschen, in Alkohol (erst 50, dann 70, darauf 90°, endlich absoluten) nachgehärtet resp. entwässert, und schliesslich mit Nelkenöl (event. unter der Luftpumpe, Harz) durchtränkt. Möglichst lange in Paraffin auf dem Sandbade bei einer 40° C nicht übersteigenden Temperatur eingeschmolzen wird es geschnitten. Die Schnitte werden mit einer Mischung von Terpentinöl und Benzin des anhängenden Paraffins beraubt und mit Grenacher'schem Boraxcarmin (nach $^1/_2$-stündigem Einlegen mit 0,5 pCt. Salzsäure [10 Tropfen koncent. Cl H auf 100 g 70° Alkohols] ausgewaschen) oder mit Safranin (nach 18- bis 24-stündigem Einlegen in Aq. dest. ausgewaschen, dann mit Alkoh. absolut. bis zum Blasswerden behandelt) oder mit Purpurin nach Grenacher durch 24 Stunden (mit folgender Extraction mittelst höchst verdünnter Essigsäure [5 Tropfen auf 100 g Aq. dest.]) tingirt, und (besonders bei Safraninfärbung) schnell durch Nelkenöl in Balsam gebracht. Auch Färbung mit Alauncarmin giebt gute Präparate. Untersuchung mit schwacher und dann erst mit starker Vergrösserung. In den gelben Körpern zuweilen Haematoidinkrystalle, orange- oder rubinrothe Tafeln des rhombischen Krystallsystems von sehr geringem Umfange, die jedoch bei Behandlung der Eierstöcke von Kühen mit Chloroform oder Schwefelkohlenstoff als grössere spitzwinkelig dreiseitige, auch kreuzweis aneinandergefügte Tafeln erscheinen.

36. Uebung.

1. a) Die schönsten Uebersichtspräparate über den Bau des **Uterus** erhält man an Querschnitten durch die Hörner des in Alkohol gehärteten, vorher oder nachher mit Alauncarmin in toto gefärbten Katzenuterus. b) Die Untersuchung des Uterus unserer grösseren Thiere fordert meist eine vorgängige Härtung 1 *qcm* grosser aufgespannter Abschnitte aus-

der Uteruswand in Chromsäure und deren Salzen und behufs der Einbettung in Paraffin nachfolgender Entwässerung und Terpentinöl-Imprägnirung. Die möglichst feinen Schnitte werden mit Haematoxylin, Carmin, Pikrocarmin oder Bismarckbraun gefärbt und im ersten und letzten Falle mit Eosin, sonst mit Pikrinsäure nachtingirt. Dahliafärbung lässt die massenhaft im Uterus vorkommenden Mastzellen allein sich färben, die sogenannten eosinophilen und eigentlichen Lymphoidzellen werden dadurch nicht tingirt. c) Die Darstellung der Lymphgefässe und periglandulären und perivasculären Lymphscheiden gelingt durch die Einstichinjection mit 0,25 — 0,5 pCt. Silbernitratlösung, wie mit Berliner Blau.

2. Die **Milchdrüse** eines jungfräulichen und eines bereits gesäugt habenden Thieres liefert uns in Form kleiner 1 *ccm* grosser Stückchen das Material zu deren Untersuchung. Die Härtung wird in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol herbeigeführt. Die von den in Paraffin eingebetteten Objecten entnommenen Schnitte werden in Pikrocarmin, Haematoxylin und Alauncarmin gefärbt und entwässert und aufgehellt in Canadabalsam eingeschlossen. b) Isolationspräparate zum Studium des Epithels und der Körbchenzellen erhalten wir durch die Macerationsmittel.

Nervöse Central- und Sinnesorgane.

37. Uebung.

1. Das vorsichtig dem frischgetödteten Thiere entnommene **Rückenmark** wird in Stücken von 1 bis höchstens 1,5 *cm* Seitenlänge in 200—300 *ccm* einer allmählig von 0,2—0,5 pCt. steigenden Chromsäure oder von 2 auf 5 pCt. koncentrirten Lösung von Kalium- oder Ammoniumbichromat bei häufigem Wechsel gehärtet; nach vollendeter Härtung, wozu Wochen bis Monate nöthig, werden die Stücken 1 oder 2 Tage in Wasser ausgewaschen und danach in 36 ° Alkohol aufbewahrt. Behufs Anfertigung der Schnitte wird das entwässerte und abgetrocknete Stück auf den Tisch des Mikrotoms oder einen Korkstöpsel aufgeleimt und unter sanftem Andrücken durch etwa 10 Minuten oder länger in absoluten Alkohol eingetaucht. Dadurch fixirt, gelingt es mittelst des Mikrotoms bei einiger Uebung und unter stetiger Alkoholbefeuchtung des Messers leicht, Querschnitte durch das ganze Rückenmark herzustellen. Die in Wasser zu übertragenden Schnitte werden durch 2—3-tägiges Einlegen in verdünnte Pikrocarmin-, wässerige Indulinlösung etc. gefärbt und entwässert und aufgehellt in Canadabalsam eingeschlossen.

2. Ganze **Gehirne** oder kleine Stücke von Gehirnen, namentlich grösserer Thiere, kommen zunächst auf Watte getragen einige Wochen in Müller'sche Flüssigkeit, die etwa wöchentlich gewechselt wird und der man zweckmässig behufs Verhinderung der Schimmelbildung etwas Campher zusetzt. Nach einigen Wochen wird die Härtungsflüssigkeit durch Zusatz von Kaliumbichromat gesättigt oder die Müller'sche Flüssigkeit durch die zunächst 2 pCt., dann unter wochenweisem Wechsel

schliesslich koncentrirte Lösung des letzteren Salzes ersetzt. Sobald die Consistenz die Anfertigung von Schnitten gestattet, was bei Kaninchen und Katzen 2—3 Monate, bei Schafen 3—4 und bei Rindern und Pferden bis $^1/_2$ Jahr erfordert, wird das Salz durch Tage langes Einlegen in Wasser (bis keine Färbung desselben mehr erfolgt) entfernt. Die kleineren Gehirnabschnitte werden nunmehr wie die Rückenmarksstücken behandelt; die ganzen Hirne dagegen fordern den Einschluss in Paraffin, zu welchem Zwecke sie entwässert und von Terpentinöl durchtränkt in jene Masse eingetragen werden. Nachdem das Terpentinöl unter längerer Flüssigerhaltung des Paraffins auf dem Sandbade bei 40° C von diesem verdrängt ist, wird das Object in ein Gudden'sches Mikrotom eingegossen und die Schnitte unter Wasser angefertigt. Färbung erfolgt nach Entfernung des imprägnirten Paraffins in den obigen Tinctionsmitteln.

3. a) **Deiters'sche Zellen** erhält man durch einige Wochen langes Einlegen kleiner Markstücke in öfter zu wechselnde Müller'sche Flüssigkeit; nach genügender Härtung in Längsstücke zerlegt und mit Carmin stark gefärbt, werden dieselben in Wasser auf den Objectträger gebracht. Durch häufiges Auf- und Abheben des Deckgläschens lösen sich alle Nervenfasern ab, und man erhält die reinen Neurogliazellen als unregelmässige, sternförmige, mit langen zahlreichen Ausläufern ausgestattete Zellen. b) Kleine Markstückchen mit $^1/_3$ Alkohol macerirt und in kleinen Abschnitten in Wasser geschüttelt lassen, danach mit Pikrocarmin und Osmiumsäure behandelt, den Eintritt der Fasern in die Zelle erkennen.

38. Uebung.

Das **Auge**. 1. Die **Cornea** wird a) in Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und senkrecht zur Oberfläche zwischen Klemmleber oder in Paraffin eingebettet geschnitten. Färbung mit Haematoxylin, Pikro- oder Alauncarmin demonstrirt die Schichten mit ihren Zellen. b. Die eigentlichen Hornhautzellen und Saftbahnen zwischen den Lamellen erhalten wir an Flächenschnitten einer vergoldeten Cornea. Die möglichst frische Cornea wird durch 10 Minuten in eine 50 pCt. Ameisensäure-Lösung (also auf 1 Theil Ameisensäure 1 Theil Wasser), dann 15—20 Minuten in 1 pCt. Goldchloridlösung verbracht. Danach in Aqu. dest. abgespült kommt sie 3—4 Tage in ein Gemisch von 1 Theil Ameisensäure auf 2 Theile Wasser. Die dadurch herbeigeführte Reduction des Goldsalzes lässt sich die Hornhautzellen und auch die Nerven schwarz oder roth färben, und man kann deshalb an entwässerten, aufgehellten und in Balsam eingeschlossenen ganz dünnen Hornhäuten von Mäusen, Ratten, Hühnern etc., deren Rand der Ausbreitung wegen einige Male meridional eingeschnitten, und deren Epithel abgepinselt wurde, sowohl die Flächenansicht der Zellen als die der Nervennetze erhalten. Schnitte senkrecht zur Hornhautfläche geführt demonstriren das Vordringen der Nerven bis in die Epithellage.

2. Die **Linse** lässt in 0,03 pCt. Chromsäure oder chromsauren Salzen macerirt leicht einzelne Fasern abblättern. b) Die Linse eines kleinen 10—14 Tage in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Auges (vom Hund etc.) wird nach erfolgter Auswässerung in Alkohol schnittfähig gemacht, und man kann so in äquatorialer und meridionaler Richtung leicht ausgedehntere Schnitte anfertigen, welche in Haematoxylin gefärbt werden.

3. Ein halbirtes Kalbs-, ein uneröffnetes albinotisches Kaninchen- oder Katzenauge wird in öfter zu wechselnder Müller'scher Flüssigkeit etwa 14 Tage lang gehärtet, ausgewässert und in Alkohol entwässert. Danach werden meridionale Schnitte durch das in Paraffin eingebettete Object womöglich derart ausgeführt, dass sie die Eintrittsstelle des Opticus treffen. Pikrocarminfärbung liefert dann gute Uebersichtspräparate über die Einrichtung der Häute und intrabulbären Muskeln, besonders auch Tensor chorioideae, Sphincter iridis und Dilatator pupillae; die rothgefärbte Lamina cribrosa zeigt in ihren Löchern die Sehnervenbündel. b) Die zu Schnitten nicht verwerthete Hälfte des albinotischen Kaninchenauges wird mit Haematoxylin gefärbt und in Glycerin oder Canadabalsam untersucht. Sie gewährt ein deutliches Bild von den Muskeln der Iris.

39. Uebung.

1. Die **Retina** giebt a) in der nämlichen Weise wie das Rückenmark oder Gehirn behufs Isolation der Nervenzellen behandelt (s. Uebung 18) ihre einzelnen Bestandtheile an das durch Klopfen auf das Deckgläschen erschütterte Glycerin. b) Die Retina eines nach der Methode 3 der vorigen Uebung gehärteten Auges wird in toto mit Pikrocarmin gefärbt, eingebettet und senkrecht zur Fläche geschnitten. Abgesehen von dem Mangel des Stratum bacillorum ist das Bild von der Schichtung der Netzhaut doch übersichtlich. c) Die Untersuchung der in Kochsalzlösung ausgebreiteten Netzhaut von Vögeln lässt den dem inneren Zapfengliede aufsitzenden farbigen Oeltropfen wahrnehmen.

2. Das **Augenlid** wird in Alkohol und vorgängig vielleicht auch noch in Chromsäure gehärtet. Zwischen Leber oder in Paraffin eingebettet, lassen sich unschwer feine Sagittalschnitte davon anfertigen, die mit Haematoxylin, Carmin etc. gefärbt werden.

3. Die **Thränendrüse** wird in Chromsäure oder doppelt chromsauren Salzen gehärtet, ausgewässert und mit Alkohol entwässert. Schnitte und Färbung in bekannter Weise.

40. Uebung.

Gehörorgan. 1. Das **Trommelfell** mit seinem Knochenringe herausgenommen und einige Stunden in Wasser macerirt, lässt den äusseren Epidermoidalüberzug loslösen. In Alkohol nunmehr entwässert und in Terpentinöl aufgehellt zeigt es bei verschiedener Einstellung des Tubus seine Schichtung.

2. Der **Luftsack** eines Pferdes in kleinen Abschnitten entnommen wird extendirt, in Alkohol gehärtet und in Einbettungsmasse senkrecht zur Oberfläche geschnitten. Vorgängige Totalfärbung oder nachfolgende Tinction der Schnitte mit den verschiedensten Farbstoffen zeigt die Details. Auch die Flächenansicht desselben orientirt über den Aufbau besonders nach Entfernung des Epithels durch den Pinsel nach vorheriger Maceration in $^1/_3$ Alkohol.

3. Das **innere Ohr** wird a) auf Querschnitten durch embryonale oder mittelst gleichzeitig die Elemente fixirender Chromsäure entkalkte Felsenbeinpyramiden kleiner Thiere wie Maus, Ratte, Meerschweinchen untersucht. b) Orth empfiehlt für die Isolation der Nervenendzellen von Kaninchen Eröffnung des Vorhofes mit der Knochenscheere vom inneren Gehörgange aus. Säckchen und Ampullen durch die ihrer Wand eingelagerten pigmentirten Bindegewebszellen kenntlich werden vorsichtig mit der Pincette herausgehoben und in 1 pCt. Osmiumsäure-Lösung verbracht. Nach einigen Tagen in Glycerin oder besser noch verdünntem Anilinviolett zerzupft, kann man Epithelien, Nervenendzellen und die in ihrer Markscheide schwarzgefärbten Nerven der Crista acustica mustern.

41. Uebung.

1. Das **Geschmacksorgan**. a) Isolirte Deckzellen wie Neuralepithelien, auch ganze intakte Geschmacksknospen finden wir u. A. in Zupfpräparaten, die wir von kleinen, in 0,1—0,2 pCt. Osmiumsäure macerirten Abschnitten der Papilla foliata der Zunge des Kaninchens etc. herstellen. Untersuchung in Glycerin oder in Anilinviolett. b) Uebersichtspräparate liefern uns die Papillae vallatae der Zunge irgend eines Thieres, welche in doppelt chromsauren Salzen oder Müller'scher Flüssigkeit und dann nach mehrtägiger Auswässerung in 1 *ccm* grossen Stücken in Alkohol gehärtet sind. Die Schnitte sind durch die ganze Breite der Papille zu führen, zu welchem Zwecke Einbettung zweckmässig. Die Färbung kann durch verschiedene Tinctionsmittel bewerkstelligt werden.

2. Das **Geruchsorgan**. a) Riech- und deren Stützzellen können in der gleichen Weise wie die Hörzellen der Ampulle und Vorhofssäckchen von der frisch entnommenen Riechhaut durch Maceration in 1 pCt. Osmiumsäure oder auch durch solche in 0,05 pCt. Chromsäure oder 30—40 pCt. Kalilauge isolirt und in Anilinviolett resp. Glycerin untersucht werden. b) Die frische Schleimhaut der Grenze der Regio olfactoria kommt auf Kork extendirt in Müller'sche Flüssigkeit und darauf nach der Auswässerung in Alkohol oder nur in Alkohol. Zwischen Klemmleber oder in Paraffin etc. eingebettet werden etwa 1 *qcm* grosse Stücke senkrecht zur Oberfläche geschnitten, event. auch gefärbt und in Glycerin oder Canadabalsam untersucht. Auch Querschnitte durch den ganzen entsprechenden Theil der Nasenscheidewand kleiner Thiere, die

vorgängig in 1 pCt. Chromsäure, und wenn nöthig, auch noch in sehr verdünnter Salzsäure entkalkt wurden, liefern gute Bilder.

42. Uebung.

Die **Haut.** 1. Ein möglichst farb- und haarloser Abschnitt (Sohlenballen des Hundes oder Katze) wird in Alkohol gehärtet und zwischen Klemmleber etc. zunächst a) senkrecht zur Fläche geschnitten; die Präparate werden in Pikrocarmin oder in Haematoxylin und Eosin doppelt tingirt und in Canadabalsam oder Glycerin untersucht. Die Schnitte gestatten vor Allem das Studium des cutanen Gewebes und der Epidermis. b) Auch Flächenschnitte, die übrigens in der gleichen Weise zu behandeln sind, versäume man nicht anzufertigen. Sie orientiren besonders über die muskulösen Fasernetze der Haut.

2. In der gleichen Weise werden Schnitte durch die grosse Knäuel- und acinöse Drüsen enthaltenden Euter-, Schlauch- und Afterpartien der Haut etwa des Pferdes ausgeführt. Sie ermöglichen die Untersuchung der Drüsen.

3. Die seitliche Wand des Afters eines kleinen Hundes oder einer Katze wird nach erfolgter Härtung in Alkohol etc. senkrecht zur Fläche so geschnitten, dass gleichzeitig der Analbeutel mit getroffen wird. In dem mit bekannten Tinctionsmitteln gefärbten Präparate treten alsdann die acinösen Drüsen des Afters, die schlauchförmigen in den Analbeutel einmündenden Analdrüsen und die traubigen Circumanaldrüsen schön hervor, wie auch Talgdrüsen und Schweissdrüsen darin nicht fehlen.

4. Die Haut einer injicirten Extremität, etwa des Kaninchens oder eine durch Einspritzung von Berliner Blau in die Art. saphen. des Pferdes gefüllte Hautpartie wird nach Härtung in Alkohol senkrecht zur Fläche geschnitten und mit Pikrocarmin tingirt. Einbettung in Canadabalsam. Wir erhalten interessante Bilder der Gefässvertheilung.

43. Uebung.

1. Die Hautnerven werden durch Behandlung von 8 *mm* langen und 2 *mm* dicken Stückchen der Rüsselscheibe des Schweines mit Goldchlorid in der für die Cornea angegebenen Weise (cf. Uebung 38) behandelt; feine Schnitte senkrecht wie parallel der Oberfläche demonstriren die violett, schwärzlich oder röthlich gefärbten knospenförmigen Nervenendigungen (Bonnet).

2. **Haare** verschiedener Thiere werden a) in Wasser untersucht, um gleichzeitig die Eigenthümlichkeiten der Färbung, der Schichtungsweise der Substanzen etc. zu durchmustern. b) Gelinde Erwärmung des Haares in conc. Schwefelsäure führt bei mässigem Betupfen des Deckglases mit der Nadel zum Zerfall des Schaftes und dadurch zur Isolirung der Rindenplattchen. c) Die behaarte Haut wird in Alkohol gehärtet und im Bereich der Haarbälge senkrecht und parallel mit der Fläche geschnitten. Die Präparate der ersteren Schnittrichtung demonstriren das

Verhältniss der Haarpapille und des Haarbalges zum Haare, ein Bild, das noch durch die Musterung der die Haarbälge als Anhangsgebilde der Talgdrüsengänge zeigenden Präparate 2 der vorigen Uebung vervollständigt wird. Die Querschnitte durch Haarbalg und Haar orientiren uns über den Bau von Haar und Wurzelscheiden. d) Schwellkörperhaltige Haarbälge werden in Quer- und Flächenschnitten durch die Lippen des Pferdes nach Alkoholhärtung und Haematoxylin- oder Pikrocarminfärbung untersucht. e) Die Darstellung der von Bonnet so trefflich geschilderten Nervenendigungen in der Wurzelscheidenanschwellung gelingt nach diesem Autor durch Durchtränkung der einseitig aufgeschlitzten Haarbälge mit Ueberosmiumsäure, was nach 4—12-stündigem Aufenthalte in deren Lösungen erfolgt ist. Nach etwa die gleiche Zeit erfordernder Auswässerung werden die kleinen Objecte in absolutem Alkohol gehärtet, eingebettet geschnitten und mit Haematoxylin tingirt.

44. Uebung.

Anderweitige epidermoidale Bildungen. 1. Dem ausgeschuhten und getrockneten Hornschuh werden von glatter abgeraspelter Fläche mit einem scharfrandigen Fragment einer Glastafel a) Hobelspähne in der Längsrichtung aber senkrecht zur Wandfläche, b) solche, die die Wand, die weisse Linie und benachbarte Partie der Sohle in querer Richtung treffen, entnommen. Pikrocarminfärbung lässt die Zellenkerne besonders in den den Weichtheilen nahegelegenen Partien meist noch deutlich hervortreten. c) Ganz besonders schön fallen die letzteren Präparate an in Alkohol gehärteten Hüfen halbausgetragener Fohlen aus. Die durch dieselben in angedeuteter Weise geführten Schnitte sind mit Pikrocarmin noch gut tingirbar.

2. Die **Hörner** des Rindes werden in ganz gleicher Weise an Hobelspähnen, die in der Quer- und Längsrichtung entnommen werden, betrachtet.

45. Uebung.

1. Die **Nebenniere** des Pferdes wird a) in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und radiär und senkrecht zur Fläche geschnitten. b) Mit dem Gefriermikrotom in gleicher Richtung hergestellte Schnitte werden in Kleinenberg'scher Pikrinsäure fixirt und dann in Wasser ausgeschüttelt. Man erhalt so das bindegewebige Gerüstwerk einer- und die eigenthümlichen Zellen andererseits.

2. Die **Hypophysis** cerebri etwa vom Kalbe wird in Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol gehärtet. Dünne Schnitte, zum Theil ausgepinselt und mit Carmin oder Haematoxylin tingirt, orientiren im Wesentlichen über deren Bau.

Anhang.

Die pathologisch-mikrokopischen Untersuchungen erfordern auch die Bekanntschaft mit den hauptsächlichsten Se- und Excreten des Thierkörpers. Es sei deshalb hier noch der morphotischen Bestandtheile der wichtigsten unter ihnen Erwähnung gethan.

1. Im **Schleim** finden sich regelmässig in einer amorphen oder schwach körnigen Masse, die sich aber durch Essigsäure-Zusatz streifig trübt (Mucin-Gerinnung), als körperliche Bestandtheile, a) Schleimzellen d. s. farblose Blutzellen; b) Epithelzellen mit je nach der Bildungsstätte des Excretes verschiedener Form; c) Elementarkörnchen, die Fragmente der Schleimkörnchen; d) endlich sind Mikroorganismen der verschiedensten Art, besonders aber Kokken einzeln oder rosenkranzförmig aneinander gereiht oder in Zoogloeaform (cf. Fig. 9 *a, b, c*), ferner stäbchenförmige sogen. Bacterien (cf. Fig. 9 *d, e*), dann vorzugsweise im Mundschleime als lang-ausgewachsene

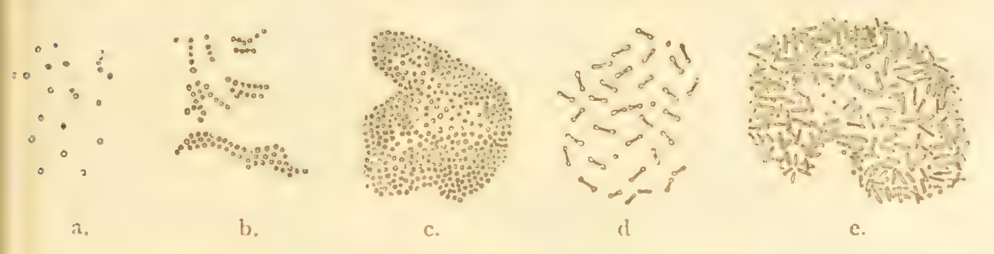


Fig. 9. *a)* Mikrokokken einzeln, *b)* rosenkranzförmig aneinander gereiht und *c)* in Zoogloeaform. — *d)* Bacterien (Bacterium Termo) frei und in *e)* Zooglöaform.

Bacillen (Lepothrixfäden cf. Fig. 9 *f, g, h*) von der Luft zu den zugänglichen schleimbildenden Häuten hinzugetragen fast gewöhnliche Bestandtheile des Schleims.

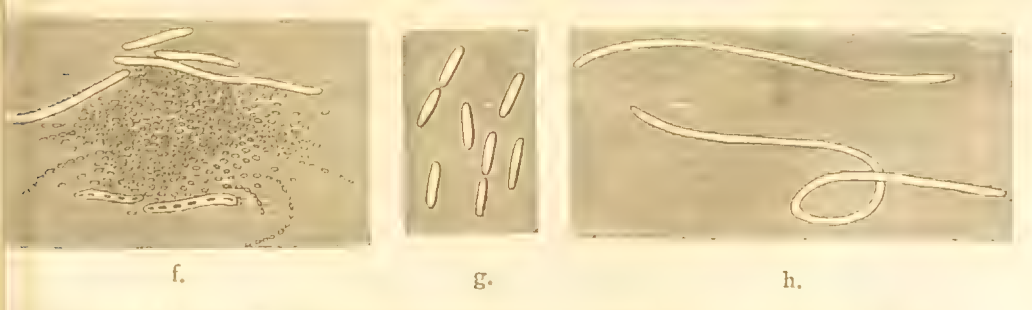


Fig. 9 *f, g, h)* Bacillen (Bacillus erythrosporus) in verschiedenen Entwickelungsstufen, theils in Sporenbildung begriffen, theils zu Leptothrixfäden ausgewachsen.

2. Der **Koth** enthält als mikroskopische Bestandtheile a) unverdauliche Substanzen, darunter die Cellulose in den verschiedensten Formen insbesondere auch als Zellhülle, als Rohfaser etc., dann Pflanzenhaare (cf. Fig. 10i), Leinenfasern, Baum-

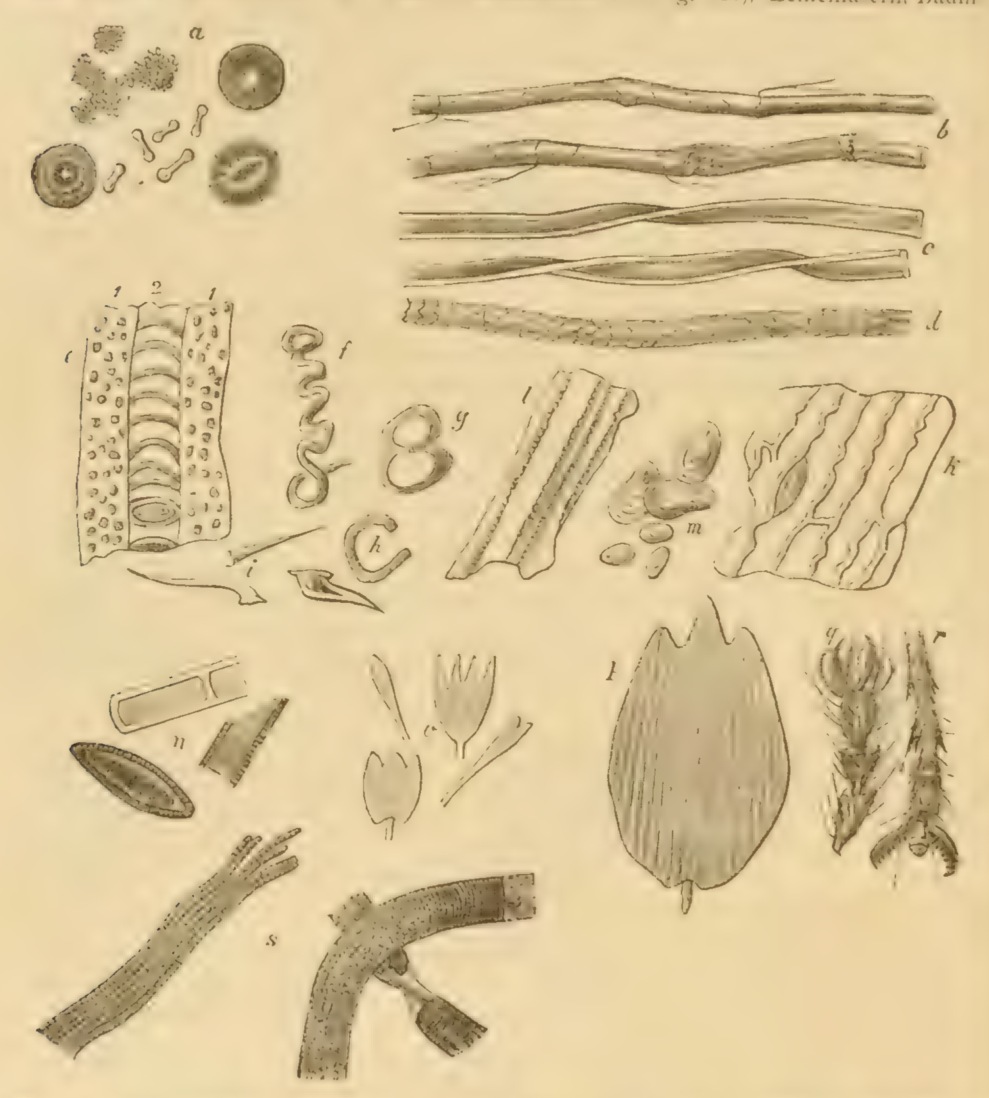


Fig. 10. Mikroskopische Bestandtheile von Koth, Harn und Verunreinigungen der Präparate. *a)* Kohlensaures Kalk in Drusen und Krystallen. *b)* Leinenfasern. *c)* Baumwollfasern. *d)* Wollfaser. *e)* Tüpfelzellen (1, 1) und eine Zelle mit einzelnen Ringen (2) aus dem Stengel einer Graminee. *f)* Spiralgefässe. *g* u. *h)* Ringe aus der Zelle *e*. *i)* Pflanzenhaare. *k)* Oberhautzellen mit Spaltoffnung. *l)* Oberhautzelle mit Kieselgerüst vom Strohhalm. *m)* Stärkekornchen. *n)* Diatomeenschalen. *o)* Schmetterlingsschuppen. *p)* Flügelsuppe von Papilis janira. *q)* Fliegenbein. *r)* Spinnenbein. *s)* Muskelfasern.

wollfasern, Wollfasern (cf. Fig. 10*b*, *c*, *d*), Spiralgefasse (cf. Fig. 10*f*), pflanzliche, insbesondere Oberhautzellen, Tüpfelzellen (cf. Fig. 10*k*, *l*, *e*); b) unverdaute Stoffe, besondere Stärkemehlkorner (cf. Fig. 10*m*), zuweilen auch bei reicher Fettnahrung, Fetttropfen. c) Bestandtheile der Verdauungswege (Epithelzellen) und der Verdauungsäfte (Cholesterin). d) Pilze verschiedener Art.

3. Der **Harn**, beliebigen Schichten eines frischentleerten oder dem Bodensatze eines stehenden, tropfenweis entnommen, führt a) neben sparsamen Epithelien aus verschiedenen Theilen der harnleitenden Wege und Schleimzellen, b) vom Pflanzenfresser stammend, insbesondere beim Pferde, in reichlicher Menge Krystalle von kohlen- (cf. Fig. 10a) und meist auch oxalsaurem Kalke (cf. Fig. 11a) und vom Fleischfresser stammend bei längerem Stehen in Folge des Eintritts alkalischer Gährung die Krystalle der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia, sogen. Tripelphosphatkrystalle (cf. Fig. 11b).

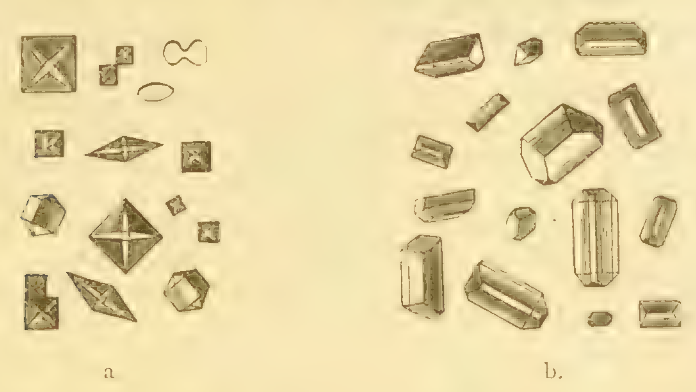


Fig. 11. Krystalle des normalen Harnes. *a)* Oxalsaurer Kalk. — *b)* Tripelphosphatkrystalle (aus Siedamgrotzky u. Hofmeister, Anleitung zur mikroskopischen und chemischen Diagnostik).

4. Der **Milch** sind als wesentlichste morphotische Bestandtheile die Milchkügelchen in Form kleinster und grösserer Fetttröpfchen in sehr reicher Menge beigemischt (cf. Fig. 12*a*); an deren Stelle aber zur Zeit der Geburt und während der folgenden 1—2 Wochen die sogen. Colostrumkörperchen als fetttropfenhaltige Zellen von verschiedener Grösse und öfter zu ganzen Agglomeraten zusammengeklumpt (cf. Fig. 12*b*).

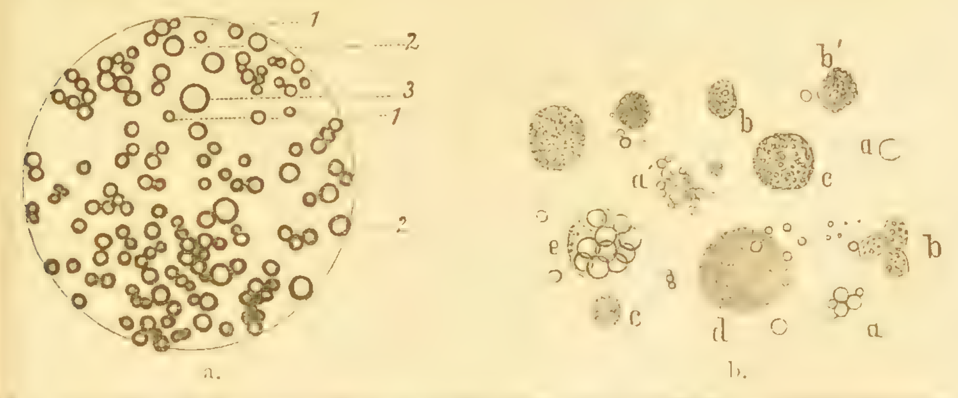


Fig. 12. Morphotische Bestandtheile der Milch resp. das Colostrum. *a)* Milchkügelchen von 4—12 μ. Grösse (1—3). *b)* Formbestandtheile des Colostrum.

5. Der **Magensaft**, das Produkt der Fundus- und Pylorusdrüsen des Magens enthält als morphologische Bestandtheile meist nur Zellen der Magenoberfläche und zuweilen auch der Magendrüsen, auch die Fragmente beider werden als freie Körner darin beobachtet. Daneben aber finden sich, weil selten ganz rein zu erhalten, Speichelbestandtheile, Futterpartikelchen etc. im Magensafte vor. Das wesentlich wirksame Ferment desselben ist ungeformter Natur und kann deshalb nicht gesehen werden.

6. In der **Galle** sind mikroskopisch, wenn sie frisch entleert, keinerlei körperliche Gebilde nachweisbar. Eine grünliche resp. bräunliche klare höchstens schwach körnig getrübte Flüssigkeit tritt uns bei mikroskopischer Untersuchung derselben entgegen. Abnormer Weise, aber nicht selten werden darin vielfach die Eier leber- und darmbewohnender Parasiten, besonders auch der Leberegel gefunden.

7. Das **Sperma** führt nur einen wesentlichen formbesitzenden Bestandtheil: das Spermatozoon, jenen eigenthümlichen Abkömmling der Hodenzellen, welcher aus Kopf, Mittelstück und im frischen Secrete peitschenartig bewegten Schwanzfaden besteht. Die mit dessen Hülfe ausgeführten Bewegungen lassen sich auch unter dem Mikroskope leicht verfolgen.

8. Die **Uterinmilch,** das Secret der freien Schleimhaut- und Drüsen-Oberfläche des Uterus, zeigt vor Allem zahlreiche fein granulirte, farblose, sphärische Zellen, deren Kern undeutlich, die dafür aber oft von stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzt sind. Auch freie Körnchen der letzteren Art sind in lebhafter Molekularbewegung begriffen, reichlich in dem frischen Secrete enthalten. Die ersteren sind als Lymphoidzellen, die letzteren theils als Eiweiss- theils als Fettkörnchen zu betrachten. Auch die durch Bonnet bekannt gewordenen »Eiweisskrystalloide«, die sogen. Uterinstäbchen, finden sich in dem Secrete vielfach vor.

Die Zellenlehre.

Die thierische Zelle.

Von

Dr. F. Eichbaum,

Professor an der Universität Giessen.

Geschichtliche Entwickelung der Zellenlehre. Die Geschichte der thierischen Zelle, dieser letzten vitalen Einheit aller Organe und Gewebe, beginnt mit ihrer Entdeckung durch C. Th. Schwann im Jahre 1838, nachdem wenige Jahre vorher bereits Schleiden die Zusammensetzung der Pflanzen aus gleichartigen Elementarbestandtheilen nachgewiesen hatte. Wohl hatte man schon vor der epochemachenden Entdeckung Schwann's erkannt, dass der thierische Organismus aus mikroskopischen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, die man als Fasern, Zellen, Kugeln und Körnchen bezeichnete; ja es hatten sogar schon einzelne Forscher, wie Joh. Müller, Valentin auf die Aehnlichkeit einiger thierischen Gebilde, wie der Zellen der Chorda dorsalis, der Epidermiszellen mit Pflanzenzellen hingewiesen, das Verdienst Schwann's beruht indessen darin, dass er der erste gewesen ist, der mit Nachdruck auf die Identität zwischen Thier- und Pflanzenzellen hingewiesen und damit der histologischen Forschung neue Bahnen eröffnet hat. Sein Satz: der gleiche Elementar-Organismus ist es, der Thier und Pflanzen zusammensetzt; beide sind selbständig in ihrem Wachsthum und nur die Gefässe des Thierleibes sind es, welche Unterschiede in der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit veranlassen, erhielt durch den anerkennenden Ausspruch Joh. Müller's nicht nur eine allgemeine Verbreitung und Aufnahme, sondern auch weitere Bestätigungen durch die zahlreichen Forschungen, die von diesem Zeitpunkte ab auf diesen Gegenstand gerichtet waren; und es sind besonders die zahlreichen Untersuchungen des letzten Dezennium auf thier-histologischem wie botanischem Gebiete, die den weiteren Ausbau der von Schwann begründeten Zellenlehre herbeigeführt haben.

Bei dem principiellen Ausspruche Schwann's, dass Thier- und Pflanzenzelle ganz analoge Gebilde seien, lag es nahe, dass nach der Entdeckung der thierischen Zelle man alle die Kenntnisse, die man von dem Baue der Pflanzenzelle besass, auf jene übertrug, besonders da Joh. Müller und Schwann einen den Pflanzenzellen ähnlichen Bau bei den Zellen der Chorda dorsalis, sowie den rothen Blutkörperchen des Frosches nachgewiesen hatten. Schleiden hatte nun gefunden, dass jede Pflanzenzelle

aus vier Bestandtheilen zusammengesetzt ist; es ist dies zunächst eine Aussenmembran — **Zellenhülle, Zellmembran** —, welche einen weichen Inhalt — **Zellen-**

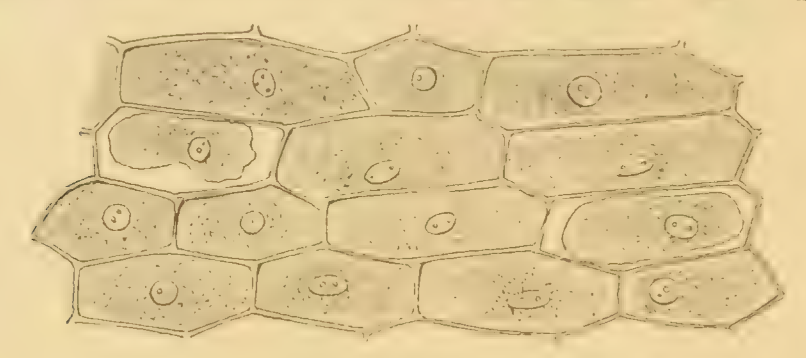


Fig. 13. Zwiebelzellen.

leib — umgiebt, der aus einer feinkörnigen, eiweissartigen Masse besteht, die Hugo v. Mohl (1846) **Protoplasma** nannte. In diesem Zellleibe konnte ferner ein kleines Bläschen — **Zellenkern** — constatirt werden, welches ein oder mehrere stark lichtbrechende Körner — **Kernkörperchen** — enthielt. Dieses Schema wurde damals auf die thierische Zelle übertragen, die hiernach aus einer Membran, einem von derselben umschlossenen protoplasmatischen Zellleibe mit Kern und Kernkörperchen bestehen sollte. Widersprüche gegen diese Auffassung kamen indessen bald zur Geltung und wurden durch die weiteren mikroskopischen Forschungen, besonders aber durch die Untersuchungen niederer Thierformen veranlasst; dieselben richteten sich theils gegen die Existenz einer Zellmembran, theils gegen das Vorhandensein eines Kernes. Zum Nachweise einer Grenzmembran ist eine doppelte Contour der Zellgrenze nothwendig, und da dieselbe bei den meisten thierischen Zellen nicht wahrnehmbar ist, so formulirte bereits Leydig 1845 den Begriff einer Zelle dahin, dass die letztere ein Klümpchen Protoplasma darstellen sollte, welches einen Kern einschliesst, und dass die bis dahin angenommene Zellmembran weiter nichts wäre, wie die erhärtete und verdichtete Grenzschicht des Zellprotoplasma selbst. Besonders aber war es Max Schultze (1860), der sich gegen das Vorhandensein einer besonders differenzirten Zellmembran aussprach. Schultze wies nach, dass die Embryonalzellen aus einer zähflüssigen, mit Körnchen durchsetzten Masse bestehen, in deren Innern ein (nahezu homogener, kugliger Kern mit einem stark lichtbrechenden Körperchen) gelegen wäre, und dass derselben eine Hülle vollständig fehle. Da überhaupt recht wichtige, ja die wichtigsten aller Zellen membranlos sind, so glaubte **M. Schultze sogar die Behauptung aufstellen zu können, dass die Bildung einer** chemisch differenten Membran auf der Oberfläche des Protoplasma ein Zeichen beginnenden Rückschrittes, einer herannahenden Decrepidität wäre. Schultze erweiterte ferner die Zellenlehre dahin, dass er die Uebereinstimmung des Zellleibes mit einer von Dujardin 1835 an niederen Thieren entdeckten bewegungsfähigen, contractilen Substanz, der Sarcode, nachwies. Der Zellleib sollte aus einer glasartig durchsichtigen Grundsubstanz und den in letzterer eingebetteten Körnchen bestehen und einen durch seine eigene Consistenz zusammengehaltenen kuglichen Klumpen darstellen, welche im Stande sei, amöbenartige Bewegungen auszuführen. Die Zelle sollte, gerade so, wie die Sarcode, einen selbständigen lebenden Organismus, einen »Elementarorganismus«

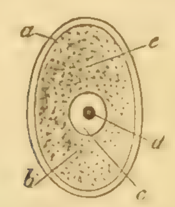


Fig. 14.
Zellenschema von Schwann.

Brücke), darstellen, der sich durch bestimmte physiologische Eigenschaften auszeichnet. Beide Bestandtheile der Zelle, Protoplasma und Kern sind gleich wichtig; ein Schwinden des einen oder des anderen zerstört den Begriff der Zelle.

Während M. Schultze so dem Kern noch eine fundamentale Bedeutung beilegt, geht Brücke (1861) noch weiter und erklärt auch den Kern für einen nicht nothwendigen Bestandtheil der Zelle. Brücke wurde hierzu veranlasst durch zahlreiche Beispiele von Zellen, in denen der Kern fehlt.

Es war zunächst v. Baer, der an befruchteten Eiern das Keimbläschen (den 'Kern' schwinden sah; ferner wurde von M. Schultze eine kernlose Amöbe (Amoeba porrecta), von Haeckel bei den Protisten kernlose Organismen, die Moneren, entdeckt; ferner ist es eine seit langer Zeit bekannte Thatsache, dass die rothen Blutkörperchen bei Säugethieren, sowie die Zellen der oberflächlichen Epidermisschichten der Kerne entbehren. Nach einer neueren Beobachtung von Gruber kommen endlich bei einer anderen sonst kernhaltigen Protistenform, Actinophrys Sol, kernlose Individuen vor, welche dieselben physiologischen Eigenschaften zeigen, wie die kernhaltigen.

Ueber die feinere Structur des Zellprotoplasma wusste man nur wenig. Nach M. Schultze sollte das Protoplasma eine dickflüssigem Schleime vergleichbare und in seiner Consistenz mehr weichem Wachse gleichende Subztanz sein, die aus einer glasartig durchsichtigen Grundmasse mit zahlreichen eingebetteten Körnchen bestehen sollte; der Kern sollte nahezu homogen sein. Allein schon Brücke glaubte den Zellen, »abgesehen von der Molecularstructur ihrer Stoffe noch eine andere und in anderer Weise complicirte Structur, eine Organisation« zuschreiben zu müssen, »da man kein Recht habe, jene kleinen Organismen für minder kunstvoll gebaut zu halten, als einen anderen von grösseren Dimensionen.«

Schon früher waren an dem Flimmer- und Darmepithel Zellformen bekannt, die offenbar eine complicirtere innere Einrichtung besassen. Brücke schrieb den Speichelkörperchen ein System von Räumen zu, in denen sich eine Intracellularflüssigkeit befindet. Nach demselben Autor bestehen die rothen Blutkörperchen aus zwei Substanzen, aus einem porösen Gebilde von an sich bewegungsloser, farbloser und sehr weicher Substanz, dem Oikoid, und einer anderen, das Haemoglobin enthaltenden, in den Zwischenräumen der erst erwähnten gelegenen, dem Zooid; an den flaschenförmigen Drüsen der Nickhaut des Frosches konnte Stricker beobachten, dass die Drüsenepithelien ein sehr verschiedenes Volumen besitzen, bald ein so grosses, dass das Lumen der Drüse fast vollständig ausgefüllt wird, bald so klein, dass es als dünner Belag die Drüsenwand bedeckt. Dieser Wechsel in der Grösse wurde dadurch erklärt, dass grössere Mengen von Intracellularflüssigkeit durch Contraction der Zelle herausgepresst würden, und somit in der Zelle zwei functionell verschiedene Substanzen vorhanden wären. Pflüger und Haidenhain beschrieben ferner Streifungen an den Fusstheilen der Epithelien der Speicheldrüsen und gewundenen Harnkanälchen. Ebenso konnte Frommann in Nervenzellen und den Stützsubstanzzellen der Centralorgane, sowie in Bindegewebszellen Fasern nachweisen, die den Zellkörper durchziehen, vom Kern ausstrahlen und zum Theil mit Körnchen im Protoplasma in Verbindung stehen.

Alle diese Thatsachen drängten allmälig die Ueberzeugung auf, dass das Protoplasma keine homogene structurlose Masse sei, sondern dass dieselbe noch eine feinere Organisation besässe, die mit den damaligen ungenügenden optischen Hülfsmitteln nicht erkannt werden konnte. Der erste, der eine derartige innere Structur der Zellsubstanz in allgemeiner Form behauptete, war Heitzmann (1873). Heitzmann hatte seine Untersuchungen an Amoeben, den farblosen Blutkörperchen vom Flusskrebs, Triton und Menschen vorgenommen; der Leib dieser Zellen sollte nach ihm

aus einem Gerüstwerk von Protoplasmasträngen bestehen, welches dadurch gebildet wird, dass in einer gleichartigen Substanz Vacuolen entstehen, die theilweise miteinander confluiren und das Netzwerk zwischen sich lassen. Die Körner resp. der Kern im Protoplasma sollten Knotenpunkte dieses Netzwerkes darstellen. Alle diese Bildungen (Netzwerk, Körner und Kern, Kernkörperchen) bilden die eigentliche lebendige, contractile Materie, die in einer nicht lebendigen Flüssigkeit eingelagert ist.

Die Arbeiten Heitzmann's gaben den Anstoss zu einer Reihe anderer, die sich mit der Erforschung der feineren Structur des Zellprotoplasma sowohl, wie des Kernes, sowie seiner Lebenserscheinungen beschäftigten. Die Resultate dieser Arbeiten, die von 1875 ab in kurzen Intervallen und von zahlreichen Forschern, wie Frommann, Kupffer, Schwalbe, Auerbach, van Beneden, Flemming, Klein, Pfitzner u. A. bis heute publicirt worden sind, bilden die Grundlage unserer heutigen Anschauungen über die Organisation der Zellen und sollen unten bei der Besprechung der Zell- und Kernstructur genauer erörtert werden.

Definition der Zelle. Nach der soeben kurz skizzirten historischen Entwickelung der Lehre von der thierischen Zelle ist der Begriff der letzteren dahin zu definiren, dass wir sagen: die thierische Zelle — Biont oder Plastis Haeckel, Bioplasma Beale — stellt ein räumlich abgegrenztes Klümpchen einer eiweissartigen, lebenden Substanz — Protoplasma genannt — dar, welches meist hüllenlos im Innern einen scharf abgegrenzten, chemisch differenten Kern enthält, und sich durch bestimmte physiologische Eigenschaften: Ernährung und Wachsthum, active Bewegung und Fortpflanzung auszeichnet

Die Bezeichnung Protoplasma wird nicht von allen Histologen in demselben Sinne aufgefasst: bei den einen bedeutet es die Zellsubstanz ohne Membran und ohne Kern, bei anderen jede lebende Substanz, also auch die Substanz der Zelle einschliesslich des Kernes, welches letztere indessen nicht correct erscheint, da die Substanz des Kernes in chemischer Beziehung von der des Zellkörpers wesentlich verschieden ist. In dem Folgenden soll daher mit Protoplasma nur der Zellleib excl. des Kernes bezeichnet werden. — Ausnahmen von der oben gegebenen allgemeinen Characteristik der Zelle kommen vor; einmal giebt es thierische Zellen, die thatsächlich eine Membran besitzen, z. B. die Eizellen, Knorpelzellen; andererseits giebt es Zellen, die kernlos sind z. B. die rothen Blutkörperchen.

Form und Structur der Zelle. Mit mittelstarken Vergrösserungen untersucht, stellt das Protoplasma der thierischen Zelle einen verschieden geformten und in seiner Grösse zwischen 0,011—0,023 *mm* schwankenden Ballen oder Klumpen dar, welcher selten vollständig homogen und durchsichtig, meist grössere oder feinere, stark lichtbrechende Körnchen eingelagert enthält, die am reichlichsten im Centrum der Zelle um den Kern herum zu beobachten sind, während die Peripherie in der Regel durchsichtiger erscheint. Je nach der Grösse der eingelagerten Körnchen spricht man von einem grob- oder feingranulirtem Protoplasma. Ausser diesen dunklen Körnchen sind häufig im Zellleibe noch andere Partikel bemerkbar, die entweder von aussen hineingelangt oder in ihm selbst durch chemische Processe entstanden sind, und theils albuminoider, oder fettiger oder auch anorganischer Natur, theils selbstandige Organismen, wie die Tuberculose- odar Rotzbacillen sind.

So treffen wir beispielsweise in den Chorioidea des Auges Zellen an, die sich durch das Vorhandensein von zahlreichen, unregelmässig geformten, dunkelbraunen Körperchen auszeichnen und die als *Pigmentzellen* bezeichnet werden. Ebenso können häufig in dem Protoplasma kleine Fetttropfchen beobachtet werden; eine derartige Zelle stellt dann die *Fettkörnchen-* oder *Körnchenzelle* dar.

Eine Membran, welche das Protoplasma von aussen umgiebt, kommt nur einer beschränkten Anzahl von Zellen zu (Eizelle, Knorpelzelle); in der Regel fehlt dieselbe, und es findet sich nur, dass die äusserste peripherische Schicht — die *Rindenschicht* oder das *Ectoplasma* verdichtet und resistenter erscheint, wie die mehr central gelegenen.

Die *Konsistenz* des Protoplasma ist verschieden, m. o. w. zähflüssig und weich, zuweilen so, dass es sich auf einer Unterlage wie eine tropfbare Flüssigkeit ausbreiten kann. Diesem Umstande entsprechend ist auch die *Form* der Zelle eine wechselnde. Bei einer grossen Zahl derselben, den Leucocyten, lässt sich überhaupt im lebenden Zustande von einer bestimmten Form nicht sprechen, da dieselben bald kuglig erscheinen, bald längere und kürzere Fortsätze treiben, kurz die mannigfaltigsten Gestalten annehmen. Andere Zellen, wie beispw. Nervenzellen, Epithelien, Knorpelzellen, rothe Blutkörperchen zeigen eine mehr constante Form, die indessen bei jeder Zellenart besonders hervortritt.

Ausser diesem soeben geschilderten Verhalten weisen einige Zellenarten bei der erwähnten Vergrosserung noch einige Besonderheiten hinsichtlich ihrer Structur auf; so zeigen die Cylinderepithelien des Dünndarmes an ihrem stumpfen Ende einen schmalen mit einer feinen Strichelung versehenen Saum; ebenso lässt sich an den Epithelien des Respirationsapparates beobachten, dass die dem Lumen des letzteren zugewandte Fläche derselben einen Besatz von feinen Härchen (Flimmern oder Wimpern trägt, die ebenfalls einem dünnen Saum aufsitzen.

Structur des Zellleibes. Mit den besten optischen Hülfsmitteln der Gegenwart untersucht, zeigt die Zellsubstanz ausser dem Kern und sonstigen eingeschlossenen Körpern zwei Substanzen, die sich vorzugsweise durch ihr verschiedenes Lichtbrechungsvermögen unterscheiden. Die eine, stärker lichtbrechende, von *Kuppfer* »*Protoplasma*«, von *Flemming* »*Fila*« oder »*Mitom*« genannt, besteht aus feinen, ziemlich stark lichtbrechenden Fäden von weniger als 1 μ Durchmesser, die aus einzelnen Körnchen zusammengereiht bei mehreren Zellen radiär, im Allgemeinen indessen unregelmässig angeordnet sind. Sie verlaufen wellig oder auch mehr gestreckt, durchflechten sich, und bilden ein *Faden-* oder *Netzwerk*, welches ungleich geformte Maschenräume einschliesst. Dieses Fadenwerk findet sich am stärksten entwickelt in der Nähe des Kernes, während die Randzonen der Zellen in vielen Fällen vollständig davon frei sind. Häufig finden sich an den Fäden locale Verdickungen vor; es ist zur Zeit noch nicht genügend festgestellt, ob diese letzteren die Knotenpunkte eines Netz-

Fig. 15. Knorpelzelle der Salamanderlarve (nach *Flemming*).

werkes darstellen, oder ob sie Folgeerscheinungen der Einwirkung der Reagentien sind, mit denen die Zellen behandelt wurden, und die ein-

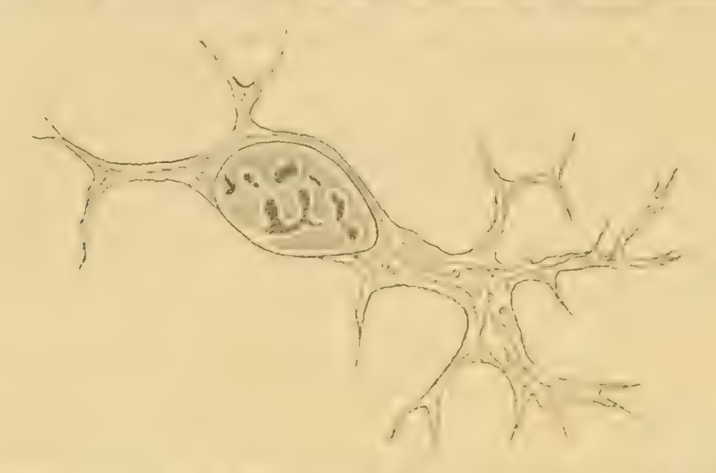


Fig. 16. Bindesubstanzzelle des Kiemenblattes der Salamanderlarve (nach Flemming).

zelnen Fäden nur aneinander vorbeistreichen, ohne sich zu berühren. Die Fäden besitzen die Eigenschaft der Contractilität, die bei einigen Zellen (Eizellen) nur unmerklich und äusserst langsam, bei anderen (Leucocyten) durch »ein förmliches Wogen« der Fäden zur Beobachtung kommt.

Die zweite Substanz, welche die Lücken des vorher beschriebenen Fadennetzes ausfüllt, ist das Paraplasma Kuppfer's, die Interfilarmasse oder Paramitom Flemming's oder das Hyaloplasma Strassburger's. Dieselbe erscheint bei lebenden Zellen untersucht vollkommen hyalin und klar; nur bei Zellen, die mit gewissen Reagentien (z. B. Osmiumsäure) behandelt sind, ist dieselbe feingekörnt und gleichmässig granulirt, und man nimmt an, dass diese Erscheinung die Folge der durch das Reagens hervorgerufenen Gerinnung ist. Ueber die Consistenz dieser Interfilarmasse ist nur wenig bekannt. Nach der Ansicht Flemming's stellt dieselbe eine tropfbare Flüssigkeit dar. Flemming schliesst dies aus Beobachtungen bei lebenden Knorpelzellen, in denen er tanzende Bewegungen der feinen Fetttröpfchen wahrnehmen konnte, die ja nur in einer tropfbaren Flüssigkeit möglich sind. Dasselbe konnte Flemming in dem Zellsafte von Pflanzenzellen (Spirogyrafäden) feststellen. Diese Molecularbewegungen können jedoch auch in den Flüssigkeiten stattgefunden haben, welche in den Vacuolen der Zellen eingeschlossen sind, d. h. in Hohlräumen, die von einer weichen Masse umschlossen in geringerer und grosserer Anzahl die Interfilarmasse durchsetzen, ja unter Umstanden den grössten Theil dieser Substanz ausmachen, deren Grenzen jedoch ihrer grossen Blasse wegen meist nicht festgestellt werden können.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Protoplasma ist nur wenig erforscht. Die festen Bestandtheile, die etwa 10—20 pCt. des Gesammtgewichtes ausmachen, bestehen ausser Fetten, Glycogen, anorganischen Stoffen, namentlich Kaliverbindungen, hauptsachlich aus

Eiweisskörpern, die unter sich verschieden, meist jedoch zwischen 55—50 ° C. gerinnen.

Der Zellkern. Der Zellkern, 1833 zuerst von Braun bei Pflanzenzellen festgestellt, kommt wohl ohne Ausnahme allen jungen thierischen Zellen zu. Derselbe präsentirt sich meist als ein rundliches oder elliptisches, zuweilen stäbchenförmiges, von der Umgebung scharf abgesetztes Gebilde, welches im Innern des Zellleibes theils central, theils excentrisch gelegen ist und sich von letzterem durch seine optischen und chemischen Eigenschaften unterscheidet. In ersterer Hinsicht erscheint der Zellkern meist stärker lichtbrechend und daher dunkler, wie seine Umgebung; andererseits müssen wir ihm auf Grund seines Verhaltens gegen Essigsäure, die ihn schrumpfen lässt, sowie gegen Tinctionsmittel (Jod, Haematoxylin, Safranin, Gentianaviolett u. a.), die ihn entweder intensiver, wie den Zellleib, oder nur allein färben, eine besondere von diesem verschiedene chemische Constitution zuschreiben. Nach den Untersuchungen von Miescher, Hoppe-Seyler, Ewald, Kühne u. A. besitzt die Substanz des Kernes einen spez. chemischen Körper, das Nuclein.

Dasselbe stellt eine schwer lösliche, stickstoffhaltige, durch hohen Phosphorgehalt ausgezeichnete Substanz ($C_{29} H_{49} N_9 P_3 O_{22}$) dar, welches sich von den im Zellleibe enthaltenen Eiweisskörpern besonders durch seinen höheren Coagulationspunkt, sowie durch seine Widerstandsfähigkeit gegen Verdauungsflüssigkeiten unterscheidet, Eigenschaften, die nach den Untersuchungen von Zacharias auch der tingirbaren, im Kerngerüst enthaltenen Substanz, dem Chromatin zukommen, so dass hiernach beide Körper als identisch zu betrachten sind.

Die Grösse des Kernes ist eine bei den verschiedenen Zellen sowohl, wie auch im Verhältniss zur Grösse der Zelle wechselnde. Bei einer Categorie thierischer Zellen, den Leucocyten (farblosen Blut- und Lymphzellen) ist der Kern im Verhältniss zum Zellleibe so gross, dass letzterer nur als schmaler Protoplasmamantel den Kern umgiebt, der leicht übersehen werden kann und Veranlassung giebt, den Kern als vollständig des Zellleibes entbehrend zu betrachten und ihn als sogen. freien oder nackten Kern zu bezeichnen. — Im Allgemeinen schwankt die Grösse des Kernes bei den verschiedenen Zellen zwischen 0,006 bis 0,045 *mm*.

In Bezug auf das Vorkommen der Kerne in den Zellen wurde oben bemerkt, dass alle thierischen Zellen im jugendlichen Zustande ein derartiges Gebilde besitzen. Bei vielen Zellen ist der Kern indessen so blass, dass er ohne Zusatz von Reagentien (Essigsäure) übersehen wird, und die Zelle dann als kernlos beschrieben wird. Es gehören hierher beispw. die vorher erwähnten Leucocyten, die Bindegewebszellen, die Kerne der Hornhautzellen, der Linse, die rothen Blutkörperchen des Frosches u. a. In anderen Fällen wird der Kern durch Einlagerungen von Pigmentmolecülen, Fett u. s. w. verdeckt. Bei mehreren Zellenarten endlich ist der Kern wohl im jugendlichen Alter vorhanden; derselbe verkümmert jedoch bei der weiteren Entwickelung und verschwindet schliesslich ganz, so dass man in der That im thierischen Organismus

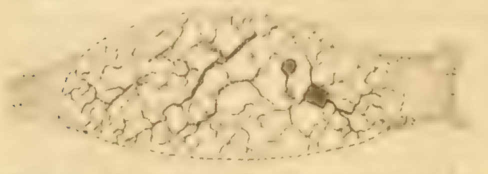
Zellen antrifft, die des Kernes vollständig entbehren. Es gehören hierher die rothen Blutkörperchen der Säugethiere, sowie die verhornten Zellen der Epidermis.

Was die Structur des Kernes anbelangt, so ging bis vor einem Jahrzehnt die allgemeine Anschauung dahin, dass der Kern ein bläschenförmiges Gebilde darstelle, an welchem eine Membran und ein von derselben umschlossener flüssiger Inhalt zu unterscheiden sei. Allein schon Stricker (1871) glaubte die Richtigkeit dieser Annahme auf Grund zahlreicher Beobachtungen von Formveränderungen des Kernes (Sprossenbildung, Abplattung des Kernes, Zusammenfliessen von Kernen) bestreiten zu müssen, obwohl andererseits das Vorhandensein einer doppelten Contour, die eine Kernmembran andeuten könnte, bei vielen Zellen (Eizellen, Ganglienzellen) nicht zweifelhaft sein konnte. Auch die Untersuchungen der letzten Jahre haben über die Frage der Kernabgrenzung noch keine Sicherheit geschaffen.

Während ein Theil der Forscher (Pfitzner, Retzius) sich gegen die Existenz einer Kernmembran ausspricht und dieselbe nur als den optischen Ausdruck einer scharfen Sonderung zwischen Kern und Zellprotoplasma ansieht und den Ausdruck »Kernwand« nur als eine topographische zulassen will, behauptet Flemming das Vorhandensein nicht nur einer tingirbaren, meist sehr dünnen und häufig von Lücken durchbrochenen Kernwand-Schicht, an welcher die Fäden des Kernes angreifen, sondern auch einer äusseren achromatischen Schicht, welche die Kernsubstanz von der des Zellleibes scharf absondert. Flemming lässt es unentschieden, ob diese letztere Membran zum Kern zu rechnen oder als eine innere Verdichtungslamelle der umgebenden Zellsubstanz, wie Strassburger will, zu betrachten sei.

Auch der Inhalt des Kernes, den man früher als weiche oder flüssige Masse ohne weitere Structur bezeichnet hatte, hat in der Neuzeit eine umfassende Durchforschung erfahren. Homogen beschaffene Zellkerne kommen nur selten vor, und es könnten hierher jene Kerne von Epidermiszellen gerechnet werden, die in der Verhornung begriffen sind. Sonst besitzen wohl alle Kerne eine Structur, bei welcher man drei verschiedene Substanzen unterscheidet: 1. Das Kerngerüst oder die Kernsubstanz. 2. Die Kernkörperchen oder Nucleolen. 3. Die Zwischensubstanz oder den Kernsaft.

Das Kerngerüst besteht aus feinen, häufig knotig verdickten Fäden, die sich in unregelmässiger Weise durchflechtend ein Netz- oder Gerüstwerk bilden, das in den verschiedenen Kernen ungleich dicht und entwickelt vorhanden ist. Nach den Angaben Flemming's ist dieses Gerüstwerk bei Zellen jugendlicher Gewebe im Allgemeinen stärker entwickelt, wie bei Zellkernen vollkommen ausgebildeter Gewebe. Dieses Kerngerüst enthält die tingirbare Substanz des Kernes, das Chromatin, welches als der eigentliche Träger der vitalen Functionen desselben betrachtet wird, und dessen


Fig. 17. Kern einer Bindesubstanzzelle der Salamanderlarve (nach Flemming).

dentität mit dem Nuclein bereits oben gedacht ist. Nach den Angaben einiger Forscher soll bei einigen Zellenarten das Vorkommen desselben nicht allein auf das Kerngerüst beschränkt, sondern auch im Kernsaft zu constatiren sein. — In der Peripherie des Kernes verschmelzen die Fäden zu einer zusammenhängenden oder auch vielfach durchbrochenen Membran, die sich, wie bereits erwähnt, von der äusseren Kernwandschicht durch ihre Tingirbarkeit unterscheidet und im Gegensatz zu dieser als chromatische Kernmembran bezeichnet wird.

Von den Fäden des Zellleibes unterscheiden sich die Kernfäden durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen und durch die Eigenschaft der stärkeren Tingirbarkeit. Durch Zusatz gewisser Reagentien (Essigsäure, Ameisensäure, Pikrinsäure, Goldchlorid) werden die Fäden in verschärfter Form möglichst lebenstreu fixirt. Sie sind indessen auch ohne diese Zusätze an der lebenden Zelle zu beobachten, und es lassen sich in solchen Fällen Formveränderungen des Kerngerüstes constatiren, die sich indess nur langsam vollziehen und möglicherweise durch die Contraction der Gerüststränge hervorgerufen werden.

In diesem Gerüstwerk und zwar wahrscheinlich frei in den Maschen desselben gelegen, finden sich m. o. w. excentrisch gelegen, immer aber so, dass dieselben niemals der Wandschicht anliegen, rundliche, noch dunkler wie die Gerüststränge erscheinende Körper, die Kernkörperchen. Häufig sind in denselben noch ein oder mehrere scharf begrenzte Körner zu beobachten, die von Schrön zuerst entdeckt und als Schrön'sche Körper oder Nucleololi oder Kernkernkörperchen bezeichnet werden. Letztere stellen keine soliden Körper dar, sondern sind Hohlräume, Vacuolen, die mit Flüssigkeit angefüllt sind. — Die Nucleolen erscheinen stets rundlich und scharf abgegrenzt und unterscheiden sich nicht allein optisch von den umgebenden Gerüststrängen, sondern auch durch ihre Tingirbarkeit und machen die Annahme wahrscheinlich, dass ihre Substanz wesentlich von der des Kerngerüstes verschieden ist, dass die Nucleolen also nicht etwa verdickte Partien der Gerüstsubstanz oder verdichtete Ansammlungen von Chromatin darstellen, sondern dass dieselben vielmehr chemisch besonders constituirte Gebilde sind. Da sie fast in allen Kernen vorkommen (Ausnahmen: die Kerne der rothen Blutkörperchen der vier unteren Wirbelthierklassen), so sind dieselben als wesentlicher Bestandtheil der letzteren zu betrachten, die zu gewissen, zur Zeit noch nicht genügend festgestellten Functionen derselben in Beziehung stehen.

Nach der Ansicht Flemming's ist es wahrscheinlich, dass die Nucleolen besondere Reproductions- und Ansammlungsstellen des Chromatinus oder einer chemischen Modifikation desselben, einer Vorstufe oder Doppelverbindung darstellen. Auch Pfitzner betrachtet in einer neueren Publication die Substanz der Nucleolen mit Rücksicht auf ihr Verhalten bei der Karyokinese (s. u.) als »Prochromatin«, als einer dem Chromatin nahe stehenden Stoff, der dazu bestimmt ist, in Chromatin umgewandelt zu werden.

Die Zahl der Nucleolen in einem Kern ist, wie bereits oben angegeben, eine wechselnde. Bei einigen Zellen (z. B. Nervenzellen) ist

nur ein Nucleolus vorhanden (paucinucleoläre Zellen Auerbach) in den meisten Fällen sind jedoch mehrere da — multinucleoläre Zellen, und es scheint, als ob die Zahl der Nucleoli von gewissen physiologischen Zuständen der Kerne abhängig wäre.

Nach den Untersuchungen von Pfitzner an Hydra grisea ist die Zahl der Nucleolen bei jungen, eben aus der Theilung hervorgegangenen Zellen eine grosse; dieselben sind indessen nur klein. Je mehr sich der Tochterkern dem Ruhestadium nähert, desto mehr vermindert sich die Anzahl der Kernkörperchen und zwar dadurch, dass sie zu grösseren verschmelzen, bis schliesslich nur ein einziger, gewöhnlich central gelegener, vorhanden ist. — Flemming giebt die Zahl der Nucleoli bei Thierzellen als selten über 8, durchschnittlich 3—5, Auerbach bis zu 16 an. Gewöhnlich zeichnet sich einer von diesen durch seine Grösse aus und wird dann als Hauptnucleolus, die übrigen als Nebennucleolen bezeichnet. Die erstere zeigt bei zahlreichen Zellen, namentlich bei Eiern vieler Thiere, eine Zusammensetzung aus zwei differenten Theilen die dicht nebeneinander liegen und sich durch ihr Lichtbrechungsvermögen, sowie durch den Grad ihrer Tingirbarkeit von einander unterscheiden.

Die dritte Substanz, welche den Kern zusammensetzt, ist der Kernsaft oder das Achromatin (Pfitzner). Derselbe füllt die zwischen den Strängen des Kerngerüstes vorhandenen Lücken aus und erscheint vollständig homogen und structurlos. Sein Aggregatzustand ist nicht genügend festgestellt. Derselbe schwankt jedenfalls, wie aus mehreren Beobachtungen hervorgeht, von tropfbar-flüssiger bis zur weich-gallertiger Consistenz. Aus der Erscheinung, dass der Kernsaft sich durch gewisse Tinctionsmittel (Carmin, Haematoxylin) färbt, die auch gleichzeitig die Fäden und die Interfilarmasse der Zellsubstanz mitfärben, lässt sich ferner folgern, dass der Kernsaft eine Lösung von organischen Körpern und Salzen darstellt.

Eine besondere Erwähnung verdient schliesslich das Vorkommen von Nebenkernen. Dieselben sind in neuerer Zeit in einigen Zellen, so namentlich von Gaule in den Blut-, Milz- und Knochenmarkzellen des Frosches, den Epithelien des Cornea, des Magens und Darmes, von Nussbaum im Pancreas von Salamandra maculosa und Triton, sowie in der Oesophagealdrüsen des Frosches vorgefunden. Sie erscheinen stets kleiner, wie der eigentliche Zellkern, endweder mehr oval oder spiralig gedreht, oft auch lockig gewunden. Dieselben sollen nach Gaule zusammengerollte Würmchen (Cytozoen) darstellen, die sich vom Kern loslösen und das Protoplasma der Zelle durchwandern. Ueber ihre Beziehung zum Zellkern oder zur Zelle ist noch wenig bekannt.

Lebenserscheinungen der Zelle. Bei der Definition der Zelle wurde hervorgehoben, dass die letztere bestimmte Lebenserscheinungen aufweist und sich dadurch als lebendes Wesen, als Elementarorganismus characterisirt. Diese Erscheinungen bestehen: 1. in der Fähigkeit, selbständig ihre Form und ihren Ort zu verändern. 2. Stoffe von aussen aufzunehmen, zu assimiliren und auszuscheiden. 3. sich fortzupflanzen und zu vermehren.

Die Bewegungen der thierischen Zelle. Sie sind direct wahrnehmbar, werden jedoch nicht so schnell ausgeführt, wie bei niederen Thierformen, und bestehen in allmäligen Veränderungen der Form und des Ortes, wie bei den Amoeben, oder in Bewegungen der im Protoplasma ein-

geschlossenen Körnchen. Man kann daher die Bewegungen in zwei Hauptformen unterbringen, die man als amöboide Bewegung und als Fädchenströmung oder Körnchenbewegung bezeichnet. Bewegungen der ersten Art lassen sich am besten an den Lymphzellen von Kalt- und Warmblütern studiren. Man beobachtet hier, dass die Zelle zuerst fadenförmige, später auch keulenförmige, anfangs meist hyaline Fortsätze treibt, die sich allmälig bis zur Dicke der Zelle verbreitern, welche letztere sich schliesslich verschmälert und in den ursprünglichen Fortsatz übergeht. Neben der Formveränderung haben wir gleichzeitig eine Ortsveränderung, indem sich die Zelle um die Länge des Fortsatzes von ihrer ursprünglichen Stelle fortbewegt hat. Der Veränderung der Gestalt der Zelle folgt unmittelbar eine Bewegung der in dem Zellleibe eingelagerten Körnchen, die aus dem Innern desselben in die Fortsätze treten.

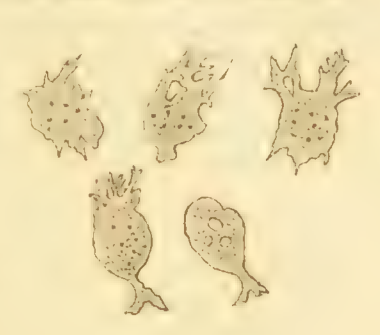


Fig. 18.
Amoboide Bewegungen eines farblosen Froschblutkorperchen (nach Frey).

Ausser in den erwähnten Leukocyten sind derartige Bewegungen beobachtet an den Eiterzellen und den Blutgefässen (Auswanderung farbloser Blutzellen) von Recklinghausen, an den Knorpelzellen von Virchow. Auf Formveränderungen beruhen auch die Flimmerbewegungen thierischer Zellen (Epithelien, Spermatozoen). Dieselben bestehen in periodischen Schwingungen kleiner Wimpern oder Härchen, welche sich auf der Oberfläche der erwähnten Zellen, also auf einer protoplasmatischen Grundlage befestigt vorfinden.

Die andere Form der Bewegung, die Körnchenbewegung, findet sich am besten bei den Rhizopoden, Heliozoen und Radiolarien, aus deren Zellleibe lange und dünne Wurzelfäden, die sogen. Pseudopodien, entspringen, die neben langsam vor sich gehenden Veränderungen ihrer Gestalt (Verlängerung, Verkürzung, Varicositätenbildung) lebhaft strömende Bewegungen der in der Fadensubstanz eingebetteten Körnchen zeigen.

Max Schultze beschreibt diese Bewegung als ein Gleiten oder Fliessen der Körnchen. Dieselben ziehen im Innern oder wie auf der Oberfläche der Fäden hin, entweder nur nach einer Richtung, oder, was nicht selten ist, nach entgegengesetzten Richtungen zugleich an einem und demselben Faden. Die grösste bisher beobachtete Geschwindigkeit einzelner Körnchen mass 0,02 *mm* in der Secunde, meist jedoch bedeutend weniger.

Die geschilderten Bewegungen der Zellen können durch den Einfluss gewisser, theils normal physiologischer, theils künstlicher Reize beschleunigt, verlangsamt oder gänzlich sistirt werden. Zu diesen Reizen gehören:

1. **Einwirkungen verschiedener Temperaturen.** Im Allgemeinen wächst mit der Zunahme der Temperatur bis zu einem bestimmten Grade (ca. 40° C.) die Geschwindigkeit der spontanen Bewegungen des contractilen Protoplasma, während sie bei abnehmender Temperatur langsamer wird und bei 0° gewöhnlich vollständig aufhört. Es giebt also

eine obere und untere Temperaturgrenze, bei deren Ueberschreitung die Zelle ihre Fortsätze einzieht, kuglig wird und unter Trübung und Schrumpfung ihres Protoplasma abstirbt. Zellen, welche nur vorübergehend dem Temperaturminimum oder -Maximum ausgesetzt waren, lassen sich jedoch durch Zuführung höherer resp. niederer Temperaturen wieder bewegungsfähig machen.

2. **Electrische Reize.** Die Wirkung derselben, welche nur dann erfolgt, wenn der electrische Strom das Protoplasma direct durchfliesst, ist eine sehr mannigfache und richtet sich nach der Stromdichte, sowie der Veränderung derselben.

Nach den Untersuchungen Engelmann's ist die Schliessung eines constanten Stromes stets ein stärkerer Reiz, als die Oeffnung desselben. Die Folgen derartiger Reize geben sich theils durch Formveränderungen der Zellen — nach Golubew werden farblose Froschblutkörper kuglig, nach Kühne nehmen die sternförmigen Hornhautzellen die Spindelform an, nach Stricker treten bei embryonalen Gefässen Zusammenziehungen und Wiedererweiterungen auf —, theils wie bei den Flimmerzellen durch eine Modification (Beschleunigung und Hemmung) der Flimmerbewegungen zu erkennen. Bei Einwirkung mässig starker Reize lässt dieselbe in einiger Zeit nach, und die Zellen nehmen dann ihre frühere Form oder ihre gewohnlichen Bewegungen wieder auf; sehr starke Reize dagegen können das Protoplasma tödten, wobei dasselbe trübe wird, zusammenschrumpft oder auch platzt (von Brücke bei den Speichelkörperchen, von Kühne bei den Amoeben beobachtet).

3. **Mechanische Reize.** Aehnliche Erscheinungen, wie die soeben erwähnten electrischen Reize rufen alle mechanischen Eingriffe (Druck, Zerrung, Zerreissung) hervor. Kühne beobachtete nach Reizung der Cornea einen Uebergang der sternförmigen Hornhautzellen zur Spindelform; nach Stricker verändern farblose Blutkörperchen, die von dem Deckgläschen gedrückt werden, lebhaft ihre Form; diese Erscheinung hört auf, sobald das Deckgläschen durch einen Tropfen Zusatzflüssigkeit gehoben wird.

4. **Chemische Substanzen.** a) Veränderungen des Wassergehaltes. In ähnlicher Weise, wie bei der Temperatur giebt es ein Minimum und Maximum des Gehaltes an Imbibitionswasser, bei welchem die Bewegungen des Protoplasma aufhören. Je mehr sich die Zellen dem Maximum nähern, desto stärker ausgeprägt erscheint die Kugelform, desto langsamer und seltener finden Contractilitätserscheinungen statt — Wasserstarre. Ersetzt man die umgebende Flüssigkeit durch Zutreten einer ½—1 pCt. Kochsalzlösung, so beginnt die Zelle ihre frühere Thätigkeit. Bei langer anhaltender Behandlung mit destill. Wasser sterben jedoch die Zellen ab; sie bersten dann entweder und zerfliessen oder behalten auch in Folge eintretender Gerinnung ihre Form. — Wird andererseits der Zelle ihr Wassergehalt entzogen, sei es durch Zusatz wasserentziehender indifferenter Substanzen (Zucker- oder Kochsalzlösungen), sei es durch Verdunsten, so tritt ebenfalls Bewegungslosigkeit — Trockenstarre — ein, die entweder dauernd oder vorübergehend ist, letzteres dann, wenn der Concentrationsgrad der umgebenden Medien verringert wird.

b) Gase. Wie alle Lebensvorgänge ist auch die Bewegung des Protoplasma mit Sauerstoffverbrauch verknüpft. Dieselbe kann zwar in einem völlig sauerstofffreien Medium eine Zeit lang fortdauern; sie hört jedoch auf, wenn später nicht Sauerstoff wieder zugeführt wird, so dass der letztere jedenfalls als Erregungsmittel anzusprechen ist. Ebenso hat Kühne nachgewiesen, dass bei Einwirkung von CO_2 die Bewegung sistirt wird; dieselbe tritt jedoch wieder auf, sobald das Präparat der atmosphaerischen Luft ausgesetzt wird. Ebenso wie CO_2 wirken nach Kühne, Aether und Chloroform, die schon in geringer Menge der Luft beigemischt die Bewegungen der Zellen zum Stillstand bringen.

Endlich sind es Säuren und Alcalien, die theils hemmend, theils anregend auf die Protoplasmabewegungen einwirken können. Säuren heben durch Gerinnung des Eiweisses und unter Trübung und Schrumpfung des Protoplasmas die Bewegungen desselben schnell auf. Dasselbe geschieht auch unter der Einwirkung verdünnter caustischer Alcalien, die das Protoplasma stark aufquellen und dann zerfliessen oder zerplatzen lassen, nachdem sie zuvor, wie beispw. bei den Flimmerzellen und Spermatozoen eine Erregung oder Beschleunigung der Bewegungen derselben hervorgerufen haben, die selbst dann eintritt, wenn die erwähnten Zellen ihre natürliche Thatigkeit vor nicht zu langer Zeit eingestellt haben.

Stoffwechsel. Eine andere Lebenserscheinung der Zelle ist der Stoffwechsel. Obwohl a priori anzunehmen ist, dass die Thätigkeit der Zellen, besonders derjenigen, die bei den Lebensvorgängen des Individuum eine hochwichtige Rolle spielen (Nerven- und Muskelzellen), mit Stoffverbrauch verknüpft ist, so lässt sich dieser Vorgang meist nicht direct durch das Mikroskop verfolgen und ist bis jetzt nur von Kühne in einem Falle bei Flimmerzellen nachgewiesen, deren Bewegung mit Sauerstoffverbrauch verbunden ist. Wir sind jedoch im Stande, einen Stoffwechsel der Zelle aus gewissen Gestaltsveränderungen derselben, aus dem Auftreten von Körpern im Zellleibe, die sich in chemischer Beziehung von letzterem verschieden verhalten, sowie aus den specifischen Producten einer grossen Anzahl von Zellen, den Drüsenzellen, zu erschliessen. Es kann hiernach keinem Zweifel unterliegen, dass die Zelle aus dem vorüberströmenden allgemeinen Ernährungsmateriale, dem Lymphplasma, Stoffe aufnimmt, sie festhält und theilweise in bestimmter Weise umgewandelt wieder ausscheidet. In der Regel sind es gasförmige und flüssige Substanzen, die durch Diffusion in den Leib der Zelle eindringen, obwohl andererseits mehrere Beobachtungen von Aufnahme fester Partikel bekannt sind. Die Lymphzellen schliessen bei ihren amöboiden Bewegungen häufig Fragmente von rothen Blutkörperchen oder anderen staubförmigen Partikeln ein, die dann im Innern der Zelle liegend wahrgenommen werden können. Dasselbe ist auch experimentell mit Zinnober festgestellt.

In Bezug auf die Veränderung des Habitus der Zelle hat **Heidenhain** nachgewiesen, dass nach der Absonderung bei Eiweissdrüsen die Grosse der Zellen m. o. w. abgenommen, die Menge der hellen Grundsubstanz im Zellleibe ab-, dagegen die der körnigen zugenommen hat. Die Volumensabnahme der Zelle einerseits beweist, dass sie Substanzen an das Secret abgegeben hat, die Abnahme der hellen Grundmasse andererseits, dass diese es gewesen ist, welche besonders zur Bildung der Secretbestandtheile beigetragen hat. Von anderen Drusen mit specifischen Secreten (Schleim-, Galle- u. s. w.) müssen wir annehmen, dass diese specifischen Bestandtheile aus dem Protoplasma während des Ruhezustandes gebildet werden, um bei Eintritt der Absonderung dem Secrete beigemengt zu werden.

Erwähnenswerth ist endlich das Auftreten von Fettkörnchen, Glycogen, Pigmenten, Kalkkrümelchen im Protoplasma der Zellen, die Umwandlung derselben in Keratin (Horn- und Epidermiszellen, peripherische Nervenfasern — **Ewald, Kühne**, Knochenkörperchen — **Broesicke**), die als Beweis für das Vorhandensein einer (metabolischen Thätigkeit), eines Stoffwechsels der Zelle dienen können.

Fortpflanzung. Eine dritte Eigenschaft, durch welche sich die Zellen als lebende Organismen characterisiren, ist die **Erzeugung gleicher Individuen.**

Nach der von **Schleiden** und **Schwann** aufgestellten Theorie sollte die Vermehrung der Zellen in der Weise erfolgen, dass sich aus einer formlosen Masse, dem **Blastem** oder **Cytoblastem**, zuerst der Kern und um diesen herum der von einer Membran umgebene Protoplasmamantel bilden sollte. Da diese »Blastemtheorie« oder »freie Zellenbildung« nicht durch eine einzige positive Beobachtung gestutzt werden konnte, so gewann eine andere, namentlich von **Remak** und **Virchow** vertheidigte Ansicht immer mehr Geltung, dass die Zellenvermehrung nur so stattfindet, dass neue Zellen immer nur aus vorhandenen und zwar durch Theilung dieser letzteren hervorgehen. Der Ausspruch **Virchow's**: omnis cellula e cellula (1856), dem sich in jüngster *Zeit* der **Flemming**'sche: »omnis nucleus e nucleo« angeschlossen hat, dürfte nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft sowohl für physiologische, als auch pathologische Bildungen wohl nur äusserst selten eine Einschränkung erfahren.

Die Zellbildung kann in dreifacher Weise erfolgen, 1. als fissipare, 2. als endogene, 3. als Zellbildung durch **Knospung**. Bei der ersten Art zerfällt der Zellleib durch Einschnürung in zwei gleiche oder fast gleiche Hälften, wobei die Mutterzelle zu Grunde geht (Beispiel: Furchungskugeln, Knorpelzellen); bei der endogenen Zellbildung entwickelt sich innerhalb des Mutterleibes eine Tochterzelle, die sich dann abschnürt und selbständig wird (Beisp.: Insecteneier); bei der Zellbildung durch Knospung oder Sprossung entsteht an irgend einer Stelle des mütterlichen Organismus eine Hervorragung, die sich nach und nach vergrössert, sich in der Weise differenzirt, dass man darin die Anlage des neuen Individuum erkennt, und sich dann ablöst. (Beisp.: Vermehrung der Blutcapillaren bei Wirbelthieren, Fortpflanzung der Hefepilze, Eibildung bei Nematoden). Jeder dieser drei Bildungsweisen geht eine Formveränderung und Theilung des Kernes voraus, welcher in der Regel die Zerklüftung des Zellleibes folgt. Dies letztere braucht indessen nicht immer

er Fall zu sein. Es kommen im Gegentheil recht häufig Zellen zur Beobachtung (Riesenzellen, Spermatocysten, Knorpelzellen), die in ihrem Innern mehr wie einen Kern, oft eine ganze Menge (bis zu 50) derselben beherbergen, welche zweifellos aus der Theilung eines einzigen, ursprünglich vorhandenen Kernes hervorgegangen sind, die aber von einer Zelltheilung aus Ursachen, die uns bislang vollständig unbekannt sind, nicht begleitet wurde.

Die Art und Weise, in welcher die Kerntheilung vor sich geht, ist nicht überall dieselbe. Bei einigen Zellenarten stellt dieselbe eine rein passive Zerschnürung des Kernes dar, der dabei weiter keine innere Metamorphose erleidet, und wird dann als directe Kerntheilung bezeichnet; in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle tritt jedoch eine eigenthümliche Umwandlung des Kernes, eine Bildung regelmässiger Fadenfiguren auf, die sich in bestimmter Weise umlagern; es ist dies die indirecte Kerntheilung.

Die directe Kerntheilung wurde vor der Entdeckung der indirecten als allgemein bei allen Zellen vorkommend angenommen. Die neueren Forschungen haben indessen ergeben, dass es nur wenige Zellenarten giebt, bei denen die indirecte Kerntheilung nicht beobachtet werden kann. Zu diesen gehören in erster Linie und ganz zweifellos die Leukocyten, bei denen Ranvier die directe Kerntheilung zuerst und zwar im Blute des Axolotls beobachtet hat. Ranvier beschreibt den Vorgang in der Weise, dass zunächst an einem Punkte des Kernes eine Einschnürung entsteht, welche immer tiefer wird und an deren



Fig. 10. Wanderzellen aus dem Bindegewebe der Salamanderlarve, deren Kern in 2 Stücke abgeschnürt ist, bei B. nur noch durch einen dünnen, lang ausgezerrten Strang verbunden (nach Flemming).

Stelle ein m. o. w. dünner Stiel tritt, der schliesslich bricht und die Loslösung beider Kerntheile bewirkt. Sobald eine Lymphzelle zwei Kerne besitzt, hat die Protoplasmamasse die Neigung, sich durch eine Art Ausziehung in zwei Theile zu trennen; die ausgezogene Mittelpartie verdünnt sich allmälig, reisst schliesslich durch und an Stelle der einen Lymphzelle existiren nun deren zwei.

Die übrigen Fälle von directer Kerntheilung an fixen thierischen Gewebszellen, die noch angeführt werden (Hodenepithelien von Salamandra und Säugethieren,

embryonale und jugendliche Ovarien) sind zweifelhaft, da in denselben Epithelien von Spengel und Flemming indirecte Kerntheilungen in grossem Massstabe beobachtet sind. Es bleibt daher noch fraglich, ob beide Theilungsformen miteinander concurriren, oder ob die erwähnten Erscheinungen an den Kernen nicht durch den letzteren Theilungsmodus herbeigeführt sind.

Bedeutend complicirter gestaltet sich die indirecte Kerntheilung. Aus dem unregelmässigen Gerüst des ruhenden Kernes sondern sich zwei morphologisch verschiedene Substanzen, von denen die eine alles Chromatin aus dem Kerne aufnimmt — chromatische Substanz, die andere nicht tingirbar ist — achromatische Substanz. Beide spielen bei dem Vorgange der Kerntheilung eine wichtige Rolle; die erstere dadurch, dass sich aus derselben eigenthümliche Figuren, die »Kerntheilungsfiguren« oder »Kernfiguren« bilden, welche aus Segmenten, »Fadenschleifen«, des ursprünglichen Fadennetzes bestehen; die letztere dadurch, dass sie oder eine Abart derselben, das Parachromatin (Pfitzner) sich in ein spindelförmiges, aus feinen Fäden bestehendes Gebilde umwandelt, dessen Pole die Richtungscentren der chromatischen Figur darstellen. Der ganze Vorgang der indirecten Kerntheilung wird auch als Karyokinesis bezeichnet, und man versteht hierunter die sämmtlichen Bewegungen oder Lageveränderungen, welche die im Kerne entstehenden Fadenschleifen vom Anfang der Knäuelform des Mutterkerns bis zur Rückkehr der Gerüstform der Tochterkerne durchmachen.

Die indirecte Kerntheilung ist erst in neuerer Zeit erkannt und von einer Reihe von Forschern, wie Flemming, Peremeschko, Pfitzner u. A. an thierischen, von Strassburger an Pflanzenzellen studirt werden. Eine kritische Zusammenstellung aller dieser Ergebnisse giebt das Flemming'sche Werk: Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882, welches auch vorzugsweise der folgenden Darstellung zu Grunde gelegt ist.

Bezüglich des Vorkommens dieses Theilungsmodus ist oben bereits hervorgehoben, dass der letztere der allgemeinere zu sein scheint. Wenn auch noch nicht überall nachgewiesen, so ist doch anzunehmen, dass die karyokinetische Zelltheilung bei allen fixen Gewebszellen vorkommt.

Bis jetzt beobachtet ist derselbe in allen Gewebsformen der Salamanderlarve, deren riesige Kernfiguren sich am besten zum Studium des in Rede stehenden Vorganges eignen. Bei Säugethieren sind Kernfiguren gesehen: in Geweben von Embryonen, im Hautepithel, den Hautdrüsen, der Haarwurzelscheide, im Bindegewebe, Hoden und Pancreas des Hundes, in den Leberzellen des Schweines, im mesenterialen Bindegewebe und Endothel des säugenden Kätzchen, im Corneaepithel des Kaninchens, der Katze, des Kalbes und des Menschen; ferner sind dieselben von Arnold in pathologischen Neubildungen (Sarcomen und Carcinomen), bei Hyperplasien der Lymphdrüsen, bei desquamativen Vorgängen in den epithelialen Auskleidungen der Harnkanälchen und Lungenalveolen beobachtet.

An allen diesen Stellen waren mit geringfügigen Abweichungen die einzelnen Phasen des Vorganges sowohl, wie die dabei auftretenden

Kernfiguren dieselben und lassen eine regelmässige Reihenfolge erkennen, die sich in folgender Weise gruppirt:

↓ Mutterkern (Gerüst, Ruhe).	Tochterkern (Gerüst). ↑
Knäuelform (Spirem).	Knäuelform (Dispirem).
↓ Sternform (Aster).	Sternform (Dyaster). ↑

→ Aequatorialplatte
(Kerntonne, Kernspindel, Metakinesis).

Knäuel. Der Theilungsprocess, dessen Dauer im Allgemeinen 1—5 Stunden beträgt, beginnt mit einer Umformung des Gerüstes im ruhenden Kern. Dasselbe stellt in letzterem, wie wir oben gefunden haben, ein Netzwerk von ungleich dicken, häufig knotig angeschwollenen und durcheinander verflochtenen Fäden dar. Mit dem Beginn der Karyokinese wird das gesammte Chromatin des Kernes in das Netwerk aufgenommen, die Nucleolen verschwinden und es bildet sich ein Knäuel, dessen Fäden eine mehr gleichmässige Dicke und gleiche Windungsdistanzen zeigen und die gewöhnlich an den peripherischen Abtheilungen des Kernes dichter zusammenliegen, wie in den centralen. Mit dem Fortschreiten des Processes werden die Abstände zwischen den einzelnen Windungen grösser, die scharfen Biegungen dieser letzteren verflachen mehr und mehr, so dass sie schliesslich wellenförmig erscheinen. Die anfangs feinen Fäden werden dicker, erscheinen mit guten Linsen gesehen feinkörnig und zerfallen gegen Ende dieser Phase in gewundene Längsabschnitte von ziemlich gleicher Länge, deren Zahl bei den verschiedenen Kernen verschieden ist. Häufig jedoch geschieht dieser Zerfall in dieser Phase nur unvollständig und erfolgt zuweilen erst im Stadium der Aequatorialplatte. Daneben tritt bald früher, bald später eine Längsspaltung der einzelnen Segmente auf (Fig. 21), so dass an Stelle des ursprünglich einfachen dicken Fadens zwei dünne, parallel nebeneinanderliegende wahrzunehmen sind.

Fig. 20. Knäuelform. Schematische Darstellung der Karyokinese (nach Flemming).

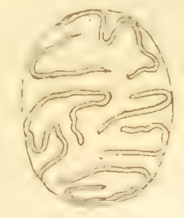


Fig. 21.

Wie diese Längsspaltung zu Stande kommt, darüber haben mehrere, in neuester Zeit publicirte Untersuchungen von Pfitzner Aufschluss geliefert. Pfitzner fand an den Kerntheilungsfiguren der Salamanderlarve, dass die Fäden des Knäuels aus lauter einzelnen Körnchen, den sogenannten Chromatinkugeln zusammengesetzt sind, deren Grosse dem Dickendurchmesser des Fadens genau entspricht; bei den dickstrahligen Fadenfiguren entspricht, indessen die Grosse der Körnchen, nicht der Fadendicke, sondern ist bedeutend geringer. Pfitzner konnte nun constatiren, dass dieser Faden nicht aus einer einfachen, sondern aus einer doppelten Körnerreihe gebildet

wird (Fig. 22b), und dass diese Längsspaltung der Fäden durch einen vorherigen Zerfall der Körnchen bewirkt wird.



Fig. 22. (nach Pfitzner).

Neben diesen Veränderungen der Substanz des Kernes, der dabei immer noch die Ruheform behält, sind in diesem Stadium der Karyokinese noch einige Erscheinungen am Zellleibe zu beobachten. Es differenziren sich innerhalb der Zellsubstanz dicht an der Peripherie des Kernes zwei sich gegenüberliegende Punkte, die sich zwar an den meisten thierischen und pflanzlichen Zellen nicht direct wahrnehmen, sondern nur aus den Folgeerscheinungen erschliessen lassen; bei Zellen mit zahlreichen Körnereinschlüssen lässt sich jedoch ein Zusammenballen und eine radiäre Anordnung dieser letzteren an den erwähnten Punkten beobachten. Ausserdem nimmt der Zellleib eine stärker lichtbrechende Beschaffenheit an. Es tritt zunächst um den Kern ein heller Hof oder Ring auf, der sich besonders bei dem Uebergange dieser Phase zur Sternform mehr und mehr nach der Peripherie hin ausdehnt, wo derselbe von einer dichten Aussenschicht begrenzt wird. Es ist wahrscheinlich, dass diese Erscheinung durch Ansammlung von Flüssigkeit in den centralen Partien, sowie durch eine Verdichtung der Peripherie des Zellleibes hervorgerufen wird; das erstere ist wenigstens aus den Beobachtungen Flemming's zu schliessen, der in der angeführten Partie Brown'sche Molecularbewegungen der Pigmentkörnchen feststellen konnte.

Die Sternform. Die Segmente, in welche die Fäden des Knäuels zerfielen und die in der vorher besprochenen Phase keine bestimmte Form zeigten, werden allmälig zu Schleifen mit ziemlich gleich langen Schenkeln geknickt. Dieselben sind um ein helles Centrum gelagert und hierbei stets so gerichtet, dass die Winkel dieser Schleifen central, die freien Enden derselben nach der Peripherie zu liegen kommen, so dass das Ganze zunächst die Form eines Kranzes, dann die eines Sternes erhält. War die Segmentirung im Knäuelstadium nicht vollständig erfolgt, so trifft man auch peripherisch gerichtete Umbiegungsstellen an, die indessen später einreissen und so getrennt werden. (Fig. 23).



Fig 23. Kranzform; schematisch. Es sind hier, wie in den folgenden Zeichnungen nur 4 Segmente gezeichnet (nach Flemming).

In dem oben erwähnten hellen Centrum

kann man ferner von einem Punkte ausstrahlende feine Fäden nach den Schleifenwinkeln hinziehen sehen; es ist dies die Polaransicht der achromatischen Figur, die in der Seitenansicht auf den folgenden schematischen Zeichnungen dargestellt ist. Die achromatische Figur stellt ein spindelförmiges Gebilde dar, welches aus zarten, mit reinen Kernfärbungsmitteln garnicht, mit Haematoxylin — und Carminlösungen nur schwach tingirbaren Fäden zusammengesetzt ist, die an den beiden Enden der Spindel, den Polen zusammenstossen, welche letzteren dicht an der Peripherie des Kernes gelegen sind. Von diesen gehen feine Strahlen in den hellen Hof des umgebenden Zellprotoplasma über und ausserdem lässt sich an denselben eine stärker lichtbrechende, gut begrenzte Substanzportion erkennen, das Polarkörperchen, welches häufig sogar in Fällen hervortritt, wo der übrige Theil der achromatischen Figur nur undeutlich oder garnicht nachweisbar ist. Ob die letztere überhaupt überall vorhanden ist, ist noch Gegenstand der Controverse. Da ihre Existenz indessen für die Richtung der Tochterkerne nothwendig ist, so ist wohl anzunehmen, dass sie immer vorhanden und ihr scheinbares Fehlen auf den Umstand zurückzuführen ist, dass die Fäden der fraglichen Figur durch massenhafte chromatische Fadenschleifen verdeckt werden. — Die Anlage der achromatischen Fadenfigur findet schon im Knäuelstadium statt, wo sie monocentrisch und innerhalb der Chromatinfigur gelegen ist; sie tritt jedoch erst deutlich im Stadium der Sternform hervor.



Fig. 24.

Woraus die Fäden derselben sich bilden, ist bislang noch nicht genügend festgestellt. Es liegen hier zwei Möglichkeiten vor: entweder gehen sie aus den blassen Fasern oder Strängen hervor, die sich zwischen den chromatischen Fäden der bereits segmentirten, aber noch die Form des ruhenden Kernes besitzenden Kernfigur vorfinden, oder wie Pfitzner will, aus dem Parachromatin, einer Abart des Achromatins, die bei einigen Tinctionen einen leichten Grad von Färbung annimmt und wahrscheinlich immer vorhanden ist (Zacharias), jedoch nur während der Kinese deutlich hervortritt. Diese Fasern werden dann durch irgend eine Kraft, die gleichzeitig auf die umgebende Zellsubstanz einwirkt und die polare Zellstrahlung veranlasst, nach den Polen gezogen und hier radiär gerichtet (Flemming). Nach einer anderen Ansicht von Strassburger wachsen die Fäden aus der Zellsubstanz in den Kern hinein, haben also eine extranucleoläre Herkunft.

Die chromatischen Fadenschleifen liegen zunächst dieser Fadenspindel und zwar in der Aequatorialgegend der letzteren an. Bei dem Fortschreiten der Karyokinese tritt allmälig ein Auseinanderrücken, schliesslich eine Trennung der vorher parallel nebeneinanderliegenden chromatischen Spaltstrahlen ein, so dass die Zahl der Fadenschleifen sich verdoppelt, die Dicke der einzelnen Fäden dagegen nur halb so gross ist, wie an den dickstrahligen Sternen (Fig. 25, 26). Daneben tritt eine Umlagerung der Fadenschleifen in der Weise ein, dass die Schleifenwinkel

mehr und mehr polar, die Schleifenenden anfangs schräg, später mehr senkrecht gegen die Aequatorialebene der achromatischen Spindel ge-

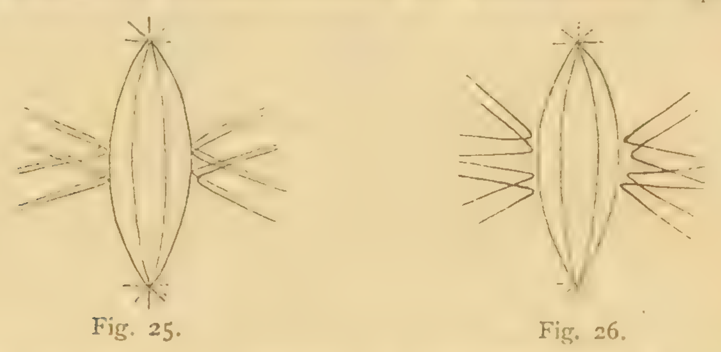


Fig. 25. Fig. 26.

richtet sind (Fig. 27 u. 28). Flemming bezeichnet diese Figur (Fig. 28) als Aequatorialplatte, Strassburger als Kerntonne, Kernspindel; sie stellt die Umordnungsphase (Metakinese) dar, von wo aus die Loslösung und Rückbewegung der chromatischen Tochterfiguren erfolgt, die die Mutterformen in umgekehrter Reihenfolge wiederholen. Wir haben hiernach zunächst die Sternform der Tochterkerne, dadurch characterisirt, dass die Fadenschleifen, deren Zahl eben so gross ist, wie in dem Mutterkerne, der noch keine Langsspaltung zeigte, sich allmälig nach dem Typus: Winkel nach dem Centrum, freie Enden nach der Peripherie, ordnen und sich zugleich aus der Aequatorialgegend nach den Polen der achromatischen Figur an den Fäden der letzteren entlang hinschieben. Dabei verkürzen und verdicken sich die Schenkel der einzelnen Fadenschleifen, so dass sie durchschnittlich nur halb so lang, jedoch ebenso dick sind, wie die ungespaltenen Fäden des Mutterkernes (Fig. 29).

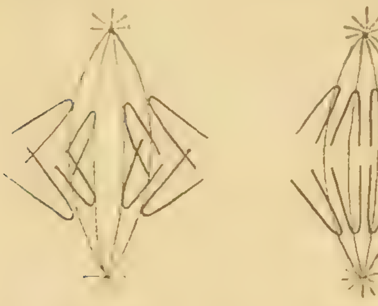


Fig. 27. Fig. 28.



Fig. 29.

Gegen Ende dieser Phase nehmen die Fadenschleifen eine gewundene Form an und es beginnt damit die Tochterknäuelform (Fig. 30—32). Die Windungen derselben liegen gewöhnlich so dicht zusammen, dass der Knäuel wie ein höckriger Klumpen erscheint, dessen einzelne Windungen miteinander verschmolzen zu sein scheinen, was indessen thatsächlich nicht der Fall ist. Mit dem Verschmelzen der einzelnen Segmente des Fadengewindes, dem Uebergange desselben zu der Form eines Netzwerkes wird schliesslich die Gerüst (Ruhe) -form des



Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

Tochterkernes hergestellt, der dann aus der anfangs abgeflachten Form in eine mehr rundliche übergeht und hiermit den Vorgang der Karyokinese beendet. Die achromatische Fadenfigur bleibt bis zur Knäuelform der Tochterkerne vollständig sichtbar; in dieser Phase rücken die Fäden in der Mitte zusammen, so dass die ganze Figur die Form einer Sanduhr (Fig. 33) erhält; daneben treten in der Aequatorialebene mattglänzende, längliche parallel stehende Elemente auf, die in ihrer Lage der Einschnürungsstelle der Zelle entsprechen und von denen es Flemming unentschieden lässt, ob diese Elemente Anschwellungen der achromatischen Fäden darstellen, was Pfitzner nach neueren Untersuchungen bei Hydra bestreitet, oder zwischen ihnen gelegen sind. Nach vollendeter Theilung der Zelle ist die achromatische Figur vollständig verschwunden.

Schon von der vollständigen Metamorphose der Tochterkerne, gewöhnlich während des Knäuelstadiums, bisweilen aber auch gegen das Ende der Sternphase derselben beginnt die Theilung des Zellleibes, die, wie bei der directen Kerntheilung, gewöhnlich senkrecht zur Theilungsaxe und zwar an der Stelle erfolgt, wo sich die vorher geschilderte Differenzirung der achromatischen Kernfäden vorfindet. Bemerkenswerth ist, dass sich an der Schnürstelle in der Zellsubstanz ein glanzender Gürtel (Fig. 33) vorfindet, der sich in Chrom-Osmium-



Fig. 33.

Lebende Zelle vom Kiemenblatt der Salamanderlarve. Verengerung des hellen Innentheils der Zellsubstanz um die Kernfiguren (nach Flemming).



Fig. 34.

Eben abgeschnürte Tochterzellen. Knäuelformen der Kernfiguren. (nach Flemming).

präparaten dunkel braungrau und bei folgender Haematoxylinfärbung tief violett färbt und bis zur vollständigen Abschnürung der Zelle fortbesteht. Daneben nimmt die helle Innenportion der Zelle mehr und mehr ab und verschwindet schliesslich vollständig.

Ueber die Kräfte, welche die geschilderten Vorgänge bei der Kern- und Zelltheilung einleiten und durchführen, ist nur wenig bekannt. Es lässt sich nicht verkennen, dass es zunächst gewisse äussere Einflüsse

(Temperatur, Licht, Ernährungsverhältnisse, Spermatozoen) sind, welche den Anstoss zur Zelltheilung geben können. Die nächste Ursache liegt aber jedenfalls intracellulär, und es fragt sich nun wieder, ob dieselbe im Kern oder in der Zellsubstanz gegeben ist. Für beide Möglichkeiten sind Gründe vorgebracht, deren specielle Erörterung hier zu weit führen würde, die indessen im Allgemeinen nur wenig zur definitiven Lösung der Frage beigetragen haben. Die Function des Kernes ist bislang eine vollständig dunkele; ob dieselbe eine rein nutritive ist und die Bildung von Proteinsubstanzen zum Zwecke hat, oder ob der Kern als „Theilungsorgan" der Zelle anzusprechen ist, oder ob er endlich beide Functionen in sich vereinigt, ist Gegenstand der Controverse, für die sich weder in der einen noch der anderen Beziehung sichere Beweise beibringen lassen. Ebenso wenig wie über die erste Ursache des Kerntheilungsvorganges wissen wir über die Kräfte, welche bei der Durchführung desselben in Frage kommen.

Von den Hypothesen, die hierüber aufgestellt sind, verdient eine besonders erwähnt zu werden, die von Flemming aufgestellt, das Zustandekommen der oben geschilderten karyokinetischen Phasen veranschaulicht. Flemming nimmt im Kernraum Centren an, von denen aus richtende Kräfte auf die Fadenschleifen wirken. Bis zur Sternform existirt ein derartiges Centrum, durch welches eine Attraction auf die Fadenschleifen bewirkt wird, in den übrigen Phasen sind dicentrische Kräfte vorhanden. Nach der schematischen Darstellung Flemming's würde sich die Umlagerung der Fadenschleifen in folgender Weise gestalten, wobei die Punkte die hypothetischen

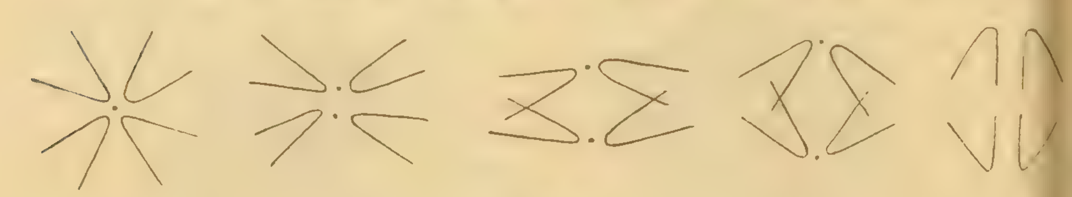


Fig. 35.

Attractionscentren andeuten sollen. In neuerer Zeit hat Flemming dieses Schema dahin abgeändert, dass die Sternform nicht durch monocentrische Attraction bewirkt wird, sondern dass von vornherein, entsprechend der Anlage der Pole, dicentrische Kräfte vorhanden sind, und dass die Sternform durch eine »Repulsion« von den Polen hervorgebracht wird. Auch Pfitzner theilt in seiner neuesten Publication*) eine ähnliche Auffassung mit. Nach ihm ist im Ruhestadium die Zelle monocentrisch; Centrum des Kernes und Centrum der Zelle fallen zusammen. In Folge besonderer Ernährungsverhältnisse treten zwei kinetische Centren auf, die sich aus zwei Componenten zusammensetzen, aus dem der Zelle und dem des Kernes. In der Zelle treten die beiden Centren viel früher auf, wie im Kern; ihre Lage wird bestimmt, durch die Theilungsaxe resp. den Theilungsäquator, und sie ergeben mit dem Centrum des Kernes zwei Combinationscentra, die Pole, die ihre Wirkung zunächst auf das Parachromatin ausüben und die dicentrische achromatische Fadenfigur herstellen, während

*) Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkerns nnd seiner Theilungserscheinungen. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1883.

die chromatische zunächst noch monocentrisah, später in den Tochterfiguren dicentrisch ist. Durch die fortdauernden Ausgleichsbestrebungen zwischen Kerncentrum, Combinationscentrum und Zellleibscentrum rückt zunächst das Kerncentrum, dann das Combinationscentrum immer weiter polwärts, bis sie schliesslich alle drei wieder zusammenfallen.

Wachsthum und Tod der Zelle. Das weitere Schicksal der neugebildeten Tochterzellen besteht zunächst darin, dass dieselben allmälig an Umfang zunehmen. Da dieser Vorgang nur langsam erfolgt, so lässt sich derselbe nicht direct beobachten, sondern nur erschliessen. Kern, wie Zellleib der neugebildeten Tochterzelle, sind stets kleiner, wie die in Rede stehenden Gebilde der Mutterzelle. Vergleiche zwischen jungen und älteren nebeneinander liegenden Zellen berechtigen ohne Zweifel zu dem Schluss, dass thatsächlich eine Volumenszunahme der ersteren erfolgt. Das Wachsthum selbst geschieht, wie die Ernährung durch Aufnahme von Nährmaterial aus dem Lymphplasma; es erfolgt nicht immer an allen Punkten der Zelle in gleichmässiger Stärke, besonders bei solchen Zellen, die dicht neben- und in Schichten übereinander liegen, wird die Ausdehnung der Zelle nach der einen oder anderen Richtung hin gehindert, so dass die Zelle in Folge des gegenseitigen Druckes eine bestimmte Form erhält und dieselbe häufig bei ihrer Isolation an ihren Flächen die Eindrücke der vorher angelagerten Zelle, sogen. Druckleisten aufweist.

Dass die Zelle dann während ihres Lebens Stoffe aufnimmt und ausscheidet, dass ihr Protoplasma durch fremde Einlagerungen sein Aussehen verändern, oder sich chemisch umwandeln kann, dass endlich gewichtige Bestandtheile der Zelle, wie der Kern bei rothen Blutkörperchen oder in Verhornung begriffenen Epidermisszellen verloren gehen können, ist oben bereits erörtert. Wie alles Lebende schliesslich abstirbt und neuen Generationen Platz macht, so gehen auch nach einer gewissen Zeit die Zellen zu Grunde. Die Ursachen des natürlichen Zellentodes sind verschieden und nur zum Theil bekannt: Aufhören der Blut- und Lymphcirculation und Mangel an Säfteaustausch; dichtes Nebeneinanderliegen von zahlreichen Zellen, die in Folge dessen des Contactes mit einem sauerstoffhaltigen Medium entbehren (farblose Blut-Eiterkörperchen). Bei einer Anzahl von Zellen erfolgt der Untergang durch chemische Umwandlung des protoplasmatischen Zellleibes (schleimige Metamorphose der Drüsenzellen oder Verhornung bei Epidermiszellen) und darauf folgendes Zerfallen oder Zerfliessen; in anderen Fällen durch Verfettung oder Verkalkung. Die Frage, ob eine Zelle todt oder lebend ist, lässt sich ohne genaue Untersuchung nicht beantworten. Der Mangel amöboider Bewegungen der Zelle, selbst wenn letztere auf künstliche Reize nicht erfolgen, ist noch kein sicheres Zeichen des eingetretenen Todes. Nach Ranvier sind es besonders zwei Kennzeichen, die den letzteren characterisiren: 1. Das schärfere Hervortreten von Kernen und Körnern und eine weniger ausgesprochene

Brechbarkeit der Zelle. 2. Die Fähigkeit sich zu tingiren. Die Farbstoffe dringen sofort in die todte Zelle ein und färben dieselbe augenblicklich, während bei lebenden Zellen sich nur die Randzone tingirt, die Mitte dagegen der Färbung widersteht und erst nach ihrem Tode den Farbstoff aufnimmt, eine Erscheinung, die zweifellos mit dem Umstande in Verbindung zu bringen ist, dass, wie neuere Untersuchungen von Loew ergeben haben, das Eiweiss der lebenden Zelle eine andere chemische Constitution besitzt, als das der abgestorbenen.

II.

Die Gewebelehre

im engeren Sinne.

Die Lehre von den Elementargeweben.*)

Von

Dr. W. Ellenberger,

Professor in Dresden.

Einleitung.

Begriff von Gewebe. Die in dem vorausgehenden Kapitel, in welchem die Zelle als Einzelindividuum betrachtet worden ist, besprochene Zellvermehrung führt, wenn der Untergang der Zellen nicht gleichen Schritt mit ihrer Entstehung hält, und wenn die neu entstehenden Zellen sich nicht von den ursprünglichen trennen, um ein Einzelleben zu führen, zum Zustandekommen von Anhäufungen von Zellen an einem Orte. Sobald sich die Zellen hierbei gesetzmässig und typisch aneinander lagern und sich zu einem einheitlichen Gefüge ordnen, entsteht ein **Gewebe** (textura). Demnach sind in den thierischen Geweben die Zellen in gesetzmässiger Weise zu bestimmten Formationen gelagert und zu einem bestimmten Zwecke vereinigt.

Ein regelloser Haufen von Zellen ist kein Gewebe; der Ausdruck »Gewebe« ist erst dann zutreffend, wenn aus dem Zellhaufen, dem Agglomerat von Einzelwesen, ein einheitliches Ganze geworden ist, in welchem die Zellen ihre Selbständigkeit insoweit eingebüsst haben, als jede derselben in eine gewisse Abhängigkeit von den anderen Zellen und vom Ganzen gerathen ist. Das Leben der Gewebszelle ist also kein durchaus selbständiges mehr, sondern es ist von dem Verhalten der anderen

*) Dieses Capitel bringt in knapper Form eine Darstellung unserer heutigen Kenntnisse über den Bau der die Organe des Thierkörpers zusammensetzenden Gewebe. Es bezweckt, den Anfänger für das Verständniss der mikroskopischen Anatomie der Organe vorzubereiten und die sonst bei der Beschreibung des Organaufbaues unvermeidlichen häufigen Wiederholungen zu vermindern. Die chemischen Eigenschaften und Reactionen der Gewebe sind in der Regel nicht näher beschrieben worden, weil diese in dem Capitel »Anleitung zur Untersuchung der Gewebe und Organe« ihre Erwähnung gefunden haben.

Gewebszellen und des Ganzen abhängig, und im Allgemeinen an den Zusammenhang mit dem Ganzen gebunden. Die Gewebszelle findet dauernd ihre Lebensbedingungen nur im geordneten Zusammenwirken ihrer Gefährten.

Die Gewebe besitzen entweder eine gewisse morphologische und physiologische Selbständigkeit oder sie tragen mit anderen Geweben vereint zum Aufbau der Körpertheile und Organe bei und gerathen dadurch in eine gewisse Abhängigkeit und Unselbstständigkeit.

Bau der Gewebe. Die Zellen bilden immer das Wesentliche der Gewebe. Bei den einfachsten Gewebsformen liegen sie ohne festen Zusammenhang einfach neben und aufeinander und haben ihre Selbständigkeit in hohem Masse bewahrt. Bei den Säugethieren findet man diese Gewebsform nur während der Entwickelung derselben (z. B. in den Keimblättern) als Embryonalgewebe. Dieses Gewebe ist vergänglicher, ephemerer Natur und stellt eine Vorstufe der bleibenden Gewebe dar. Letztere entstehen sämmtlich aus dem Embryonalgewebe, und dieses selbst ist durch die Vermehrungsvorgänge einer einzigen, — durch Verschmelzung von Spermatozoen mit einer Eizelle entstandenen — Zelle gebildet worden. — Die bleibenden Gewebe bekommen ihre besonderen Eigenschaften einerseits durch Aenderung der morphologischen, chemischen und physicalischen Eigenschaften und eine characteristische Anordnung der Zellen, andererseits durch die Bildung von sogen. Zellausscheidungen, die sich auf oder zwischen die Zellen lagern, besondere physicalische und chemische Eigenschaften und eine besondere Structur annehmen und wesentlich die Formation der Gewebe mitbilden helfen. Die meisten thierischen Gewebe bestehen aus zwei Baumitteln oder Elementarbestandtheilen: 1. den Zellen und 2. deren Derivaten oder Secreten.

Der **Zusammenhang und die Festigkeit der Gewebe** kommt in verschiedener Art und Weise zu Stande: a) Die Zellen lagern sich gesetzmässig, unter Beibehaltung oder Aufhebung ihrer räumlichen Selbständigkeit zu Häuten oder compacten Massen derart aneinander, dass sie in Folge eines zwischen ihnen liegenden, in geringer Menge vorhandenen Kitts fest aneinander kleben, wie etwa Holzstückchen durch Tischlerleim. b) Die Zellen verschmelzen in einer Richtung *i. e.* in Reihen miteinander und bilden Fasern oder Röhren, die u. U. durch einen Kitt mit einander verbunden werden. c) Die Zellen senden Fortsätze aus, die sich untereinander verbinden und unter Umständen ein Reticulum bilden, in dessen Maschen andere Zellen liegen. d) Es legt sich eine von den Zellen abstammende Masse flächenartig auf dieselben und hält sie zusammen; e) Es entstehen grosse Massen intercellulärer Substanzen, welche den Geweben die Formation geben und in welchen Faserbildungen auftreten, oder Ablagerungen von Kalksalzen erfolgen u. s. w. In den so formirten Geweben kommen neben den echten Gewebszellen häufig noch sogen. Wander- oder Keimzellen vor.

1. **Die Baumittel I. Ordnung der Gewebe. Die zelligen Elementartheile** (Plastiden, Blasten, primäre Baumittel, Elementar-Bestandtheile erster Ordnung). Sie sind die nutritiven und generativen Theile der Gewebe. Von ihnen und ihren Fortsätzen gehen deren Lebenserscheinungen aus. Sie bedingen die physiologische Dignität und vielfach auch die Beschaffenheit, Gruppirung und Fügung, das Aussehen und die sonstigen Eigenschaften

er Gewebe. Die Gewebszellen haben bestimmte morphologische, hemische, physicalische und physiologische Eigenschaften, wodurch sie ich kennzeichnen und von Zellen anderer Gewebe unterscheiden.



Fig. 36. Zellformen.

I. Die **Formen**, unter denen die Zellen auftreten, sind sehr mannigfaltig s. Figur 36). 1. Die Urgestalt der Zelle ist die Kugel [*a*]. Alle jugendlichen Zellen ind im Stande der Ruhe kugelförmig. Aus dieser Urform entstehen alle anderen Gestalten a) durch Wachsthum, b) durch Druck, Zug und Spannung, c) durch Beides vereint. Als weitere umbildende Kräfte kommen hierzu noch gewisse physicasche und physiologische Einwirkungen, als z. B. Eintrocknung und Uebernahme estimmter Functionen durch die Zellen. 2. Durch einen allseitigen verschiedenrtigen Druck entsteht aus der Kugel der Polyeder [*b*] oder der Würfel [*c*]. . Durch einen Druck von zwei Seiten, z. B. von oben und unten entsteht die latte [*d*]; ebenso durch ein Wachsthum in flächenartiger Ausbreitung. Die Platte ann verschiedene Gestalten haben, sie ist rund [*e*] oder oval [*h*], oder elliptisch der polygonal [*d*] oder unregelmässig gestaltet; ihre Ränder sind eben und latt oder gebuchtet, gezackt [*k*] u. s. w., ihre Flächen sind eben oder mit Verefungen [*e*] oder Erhöhungen versehen; dadurch entstehen die linsenformigen und ie tellerförmigen Scheiben [*e*] u. s. w. Die Platten sind characteristisch durch are Seitenansicht, welche stabförmig, oder spindelförmig [e_1, e_2, e_3] oder bisquitörmig [e_4] u. dgl. erscheint. Der Polyeder ist von allen Seiten vieleckig; die polyerische Platte ist dies nur, wenn sie von der Fläche gesehen wird. — Die würfelörmigen Zellen bilden ein Mittelglied zwischen den platten und den sogen. cylinrischen Zellen. 4. Durch Druck von den Seiten ohne solchen von den Polen oder urch Wachsthum in einer Richtung z. B. nach den Polen entsteht der Cylinder [*m*] nd die Säule oder bei gleichzeitig verstärktem Druck von zwei Seiten der Stab [*v*, u_2]. ei ungleichmässigem Seitendruck entsteht anstatt des Cylinders die Pyramide [*l*, er Kegel [*o*], die Keulen-, die Birnenform [*r*] u. s. w.; alle diese Zellformen *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *r*] werden aber als cylindrische bezeichnet. 5. Wenn sich bei der Bildung eines Cylinders die beiden Enden zuspitzen und ausziehen, entsteht die

Spindel [*f*] unter Umständen die langgestreckte Spindel [*g*] oder die Faserzelle [*g*, *u*$_2$]. 6. Wenn sich die Seitenwände einer Cylinderzelle — sei es ein Kegel, eine Pyramide oder ein echter Cylinder — aufbauchen (z. B. durch Quellung des Zellinhaltes), dann entsteht ein kelchartiges Gebilde, die Becherzelle [*q*]. 7. Durch Wachsthum in gewissen Radien oder durch gleichmässigen Druck in verschiedenen Segmenten bildet sich eine Fortsatzzelle aus, die als sternförmige [*y*] oder strahlige [*z*] (uni-, bi-, pluri-, multipolare) oder Flügelzelle bezeichnet wird. Fortsatzzellen entstehen auch durch Ausziehen und Wachsthum zweier oder eines Zellenden (Spindelzelle mit Fortsätzen, Geiselzelle), oder durch Bildung haarartiger feiner Fäden (Flimmerzellen [*w*]). Die meisten Zellen besitzen cylindrische, fadenartige und nur die sogen Flügelzellen, blattartige Fortsätze. Letztere denkt man sich dadurch entstanden, dass eine kugelige oder cylindrische Zelle rundum von Cylindern, Kugeln u. s. w., die einen ganz engen Zwischenraum zwischen sich lassen, gedrückt wird [*t*]. 8. Durch eigenthümliche Spannungsverhältnisse entsteht die sichelformige oder Halbmondzelle [*x*]. 9. Durch Wachsthum einer Zelle und Vermehrung ihres Kerns entsteht die Form der Riesenzellen; es sind dies grosse Zellen mit vielen Kernen [*u*$_1$ und *u*$_2$].

II. In der **Grösse** unterscheiden sich die Gewebszellen bedeutend von einander, die Zellen des einen Gewebes sind verhältnissmässig gross, die eines anderen ganz klein u. s. w.

III. Die **Structur** der Gewebszellen unterscheidet sich von der der Embryonal- und Wanderzellen durch ein derberes Fadengehäuse (Oikoblaste), durch Differenzirungen im Innern, z. B. Stäbchenbildung (Stäbchenzelle [*s*]), durch Scheiben-, durch Fibrillen-, durch Membranbildung (Cytoblaste) u. dgl. und dadurch werden die Zellen characteristisch für gewisse Gewebe.

IV. Auch **chemische** Differenzen kennzeichnen die Gewebszellen unter Umständen, man beobachtet in der einen das Auftreten von Mucin, in anderen das von Glycogen, von Fett, Pigment, Fermenten u. s. w.

V. **Physicalisch** sind die Gewebszellen different von einander durch ihre Elasticität, ihre Biegsamkeit, Brechbarkeit u. s. w.

VI. Auch die **physiologischen** Eigenschaften sind bei den Zellen des einen oft ganz verschieden von denen eines anderen Gewebes: Beispiele: Die Eizelle ist z. B. sehr widerstandsfähig gegen die Kälte, während Blutkörperchen den Einwirkungen der Kälte unterliegen; die Ganglienzellen besitzen eine lange Lebensdauer, die Epithelzellen nur eine kurze; die ausgebildeten Knochen-, Ei-, Ganglienzellen u. s. w. ändern sich während ihres Lebenslaufes nicht ab, die Epithelien durchlaufen verschiedene Stadien bis zu ihrem Untergange. Beim Epithelgewebe besteht ein fortwährender Verbrauch und Wiedersatz der Zellen. Manche Zellen haben Härchen auf der Oberfläche, die in fortwährender Bewegung sind (Flimmer- und Geiselbewegung); andere besitzen in hohem Masse die Fähigkeit der Contraction (Muskelzellen); noch andere wandern von einer Stelle zur anderen (Wanderzellen); wieder andere produciren aus dem dem Blute entnommenen Materiale besondere Stoffe und scheiden diese aus sich aus oder dienen als Filtrirapparate für auszuscheidende Flüssigkeiten (Secretionszellen), manche Zellen bilden Kapseln um sich herum, andere produciren bestimmt beschaffene Zwischensubstanzen u. s. w.

Alle Gewebszellen aber unterliegen bezüglich ihres Lebens gleichen Bedingungen und sind abhängig von der Gegenwart von O u. H_2O u. s. w. Sie bilden die eigentlichen Bausteine der Gewebe; die anderen Baumittel sind aus ihnen hervorgegangen. Die Zellen ändern sich unter Umständen derart um, dass die Zellnatur der entstandenen Gebilde nicht mehr zu erkennen ist; so entstehen Plättchen, Röhrchen, Schüppchen, zarte Zellmembranen u. dgl. Alle diese Dinge stellen natürlich auch Baumittel für die Gewebe

and Organe dar. Nach den Geweben, in denen die Zellen vorkommen, oder nach nderen ihnen anhaftenden Eigenschaften werden sie benannt: Bindegewebszellen, chleimzellen u. s. w.

Die wesentlichsten Zellarten, die man in den thierischen Geweben ndet, sind:

a) Die lymphoiden oder Keimzellen. Es sind membranlose, nit der Fähigkeit der amöboiden Bewegung ausgestattete, im Ruheustande kugelige, kernhaltige, weiche Zellen. Sie finden sich in den erschiedensten thierischen Geweben und ganz regelmässig und in grosser nhäufung in dem reticulirten Bindegewebe der Lymphfollikel, Lymphdrüsen, Schleimhäute u. s. w. als Wanderzellen; ausserdem kommen ie im Blute als farblose Blutkörperchen, in der Lymphe, im Chylus nd im Gewebssafte als Lymphkörperchen oder Leucocyten, im Speichel ls Speichelkörperchen, im Knochenmark als Markzellen, im lockeren Bindegewebe als mobile Bindegewebs- oder Wanderzellen vor u. s. w.

b) Die rothen Blutkörperchen. Sie stellen bei unseren Haushieren runde, weiche, elastische, biegsame, kernlose, biconcave Scheiben nit glatten gewulsteten Rändern dar, liegen in flüssiger Intercellularsubstanz (dem Blutplasma) und enthalten einen Farbstoff (Hämoglobin).

c) Die Zellen der Binde- und Grundsubstanzen. Diese Zellen sind sehr verschiedenartig und characterisiren sich wesentlich durch hren Fundort resp. durch ihre Producte, die Zellderivate (Grundsubstanzen). Sie kommen in allen Bindegewebsarten und den Knochen, Knorpeln und Zähnen vor und liegen daselbst in einer reichlich vorhandenen Grundsubstanz verstreut. Sie gehören meist zur Gruppe der platten Zellen und sind im Uebrigen vielgestaltig, häufig polyedrisch und mit Fortsätzen versehen. Im Bindegewebe stellen sie schleierartig dünne Platten (Schüppchen) dar, die unter Umständen die Stern- und Spindelform zeigen oder mit Seitenplatten (Flügeln) versehen sind; im Knorpelgewebe sind die Zellen eiförmig, fast kugelig, wenig abgeplattet, im Knochengewebe mandelförmig mit zahlreichen Ausläufern ausgestattet, im jugendlichen Bindegewebe spindelförmig u. s. w. Die Bindesubstanzzellen stammen vom mittleren Keimblatte und zwar von dem parablastischen Theile desselben (Waldeyer). Sie stellen die nutritiven Gebilde der Bindesubstanzen dar, besitzen aber einen nur trägen Stoffwechsel.

d) Die Endothelzellen sind sehr platte, helle, durchsichtige Zellen, die vom mittleren Keimblatte oder dem Parablast herstammen und sich in geschlossenen Hohlräumen als Wandbekleidung vorfinden, einen platten Kern besitzen, dicht aneinander liegen, für Flüssigkeiten durchgängig sind, aber selbst keine secretorische Bedeutung haben.

e) Die Epithelialzellen stammen vom äusseren oder inneren Keimblatte und finden sich auf der äusseren Oberfläche des Körpers und der Wand aller mit der Aussenwelt in Communication stehenden Hohlräume. Sie liegen durch Kitt verbunden dicht aneinander und bilden in der Regel feine Häutchen. Ihre Gestalt ist verschieden,

sie sind scharf begrenzt, haben einen deutlichen Kern und eine dichtere Aussenschicht des Zellleibes und besitzen ein hochgradiges Regenerationsvermögen. — Besondere Arten der Epithelzellen sind die Nervenendzellen z. B. die Retinastäbchen des Auges, die Riechzellen der Nasenschleimhaut.

f) Die Drüsen- und Parenchymzellen. Sie sind den Epithelzellen sehr ähnlich, entwickeln sich aber wahrscheinlich aus dem Mesoderm. Sie haben die mannigfachsten Formen, kleiden Hohlräume aus oder erfüllen dieselben, sitzen auf einer structurlosen Membran und sind durch Kitt aneinander befestigt (die Zellen der Speicheldrüsen, der Leber, des Pancreas, des Eierstocks, des Hodens u. s. w.) Die Feststellung der Frage, welche Drüsenzellen ecto-, welche entodermale Bildungen sind, und welche dem Mesoderm entstammen, harrt noch ihrer Lösung. Die Zellen der Drüsenausführungsgänge stammen vom Eiton oder Entoderm und sind echte Epithelzellen. Ganz besondere Arten von Drüsenzellen sind die Ei- und Samenzellen. Erstere sind gross, kugelig, mit nucleus, nucleolus, nucleolinus und einer appositionellen Membran ausgestattet, letztere gehören den Geiselzellen an und sind aus einem sehr kleinen Körper und einer Flagelle zusammengesetzt.

g) Die Fettzellen bestehen aus einem Fetttropfen und einer denselben umschliessenden Membran, der ein flacher Kern und eine dünne Protoplasmaschicht anliegt. Sie finden sich im lockeren Bindegewebe.

h) Die Muskelzellen sind stark in die Länge gezogene Zellen, welche im Stande sind, sich unter gleichzeitiger Dickenzunahme zu verkürzen, welche sich in der Längsrichtung zu Fasern aneinander legen und sich durch Kitt mit einander verbinden und keine Grundsubstanz zwischen sich haben. Sie treten in drei Modificationen auf: a) die glatte Muskelzelle ist eine langgestreckte membranlose, an beiden Enden allmählig in Spitzen auslaufende, homogen erscheinende Spindelzelle mit stäbchenförmigem Kerne; b) die quergestreifte Zelle der Körpermuskulatur ist eine lange, an beiden Enden abgestutzte cylindrische Riesenzelle mit einer Membran, vielen meist wandständigen Kernen und einem quergebandert und längsgestreift erscheinenden Inhalte; c) die Herzmuskelzelle ist von unregelmässig gestreckt-würfelförmiger Gestalt, membranlos, mit einem rundlichen Kern und einem quer- und längsstreifig erscheinenden Inhalte; sie ist an einem Ende manchmal ästig gespalten.

i) Die Nervenzellen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie einen oder mehrere lange Fortsätze aussenden, die fibrillär eingerichtet sind und Nervenfasern darstellen. Sie sind von verschiedener Grösse und Gestalt, besitzen einen meist rundlichen grossen Kern, einen oft fibrillär differenzirten Zellleib und keine eigentliche Membran.

2. **Die Baumittel 2. Ordnung,** die secundären Elementartheile. Sie bilden im Verein mit den Zellen die Gewebe und sind immer Abkommlinge und Producte derselben (Zellderivate).

Durch die Zellthätigkeit werden gewisse Stoffe und Körper als Zellproducte erzeugt, die sich entweder in den Zellen selbst ablagern oder aus den Zellen herau-

eschafft, secernirt werden; danach unterscheidet man die Stoffe in intra- und extra-cellulläre. Erstere ändern nur die Eigenschaften der Zellen ab (s. vorn), kommen aber als Baumittel nicht in Betracht. Letztere werden eingetheilt in die inter- und infra- oder supracellulären, je nachdem sie zwischen, unter oder auf den Zellen liegen. Eine besondere Bildung der Intercellularsubstanzen sind die pericellulären Kapseln, die sich von der Intercellularsubstanz differenzirt haben und den Zellleib direct umschliessen. Wenn diese Kapseln entfernt vom Zellleib sind, so dass dieser etwa in einer Flüssigkeit liegt, welche die Kapsel ausfüllt, dann können diese als paracelluläre bezeichnet werden.

Die meisten Zellproducte sind bei ihrer Bildung flüssig oder gallertartig, später aber bilden sie m. o. w. feste Massen und kommen demgemäss als wirkliche echte Baumittel vielfach und in verschiedener Weise z. B. als Grundsubstanzen, oder als Kittmessen, welche die Zellen aneinander kleben in Betracht. Es giebt aber auch flüssig bleibende Intercellularsubstanzen. Diese sind nicht als Baumittel zu betrachten, haben aber Einfluss auf die Lagerung und Bildung der umliegenden Theile und wirken also auch auf den Bau des Thierkörpers ein.

Die von den Zellen producirten Flüssigkeiten bleiben entweder in den Zellen und sammeln sich dann häufig in kleinen Hohlräumen (Vacuolen) an, oder sie gelangen zwischen die Zellen und bringen sie zum Schwimmen (Blut, Lymphe, Chylus, Samen), oder sie werden auf die freie Oberfläche ergossen und fliessen als Zellsecrete nach aussen ab.

a) **Die Cuticularbildungen** sind infra- oder supracelluläre hautartige Bildungen. Sie liegen auf den freien Flächen der Zellen oder bilden die Grenzmembranen zwischen zwei verschiedenen Gewebsformen, namentlich zwischen Epithel- und Bindegewebe, und werden dann als die Basalmembranen der Epithelien bezeichnet. Auf den freien Flächen liegend führen sie wohl auch die Bezeichnung »Saum« oder (bei den niederen Thieren) »Haut«. Sie entstehen entweder dadurch, dass die Zellen auf ihre freien Flächen zähe Flüssigkeiten secerniren, welche bald erstarren und sich chemisch differenziren, (z. B. zu Chitin, oder durch Kalkablagerungen steinig werden), oder dadurch, dass die nach der betreffenden Seite gewandten peripheren Theile der Zelle die betr. chemische und physicalische Umwandlung durchmachen und sich so vom Zellleib trennen. Durch das vorschreitende Wachsthum der Zellen und neues Umändern der peripheren Schicht erfolgt die allmählige Verdickung der Cuticularmembranen, welche eine bedeutende Dicke annehmen und sogen. Cuticularbildungen erzeugen (Borsten, Haken der Würmer etc.), aber auch äusserst zarte Häutchen (membrana Corti der Säugethiere) darstellen können.

Anmerkung. Die Cuticularhäutchen sind nicht zu verwechseln mit den Elementarhäutchen. Beide unterscheiden sich genetisch bedeutend von einander. Die ersteren bestehen aus Theilen oder Secreten von noch vorhandenen Zellen, die letzteren aber aus den Zellen selbst. Die Elementarhäutchen entstehen dadurch, dass sich Zellen in einer Schicht flächenartig aneinander lagern und unter allmäliger bedeutender Abplattung mit einander verschmelzen, so dass die Zellgrenzen in der Regel ganz verschwinden und nur noch hier und da ein platter Kern sichtbar ist. — Da wir aber meistens nicht wissen, ob die zarten häufig vorkommenden Membranen Cuticular-

bildungen oder Zellmembran sind, weil sie keine Structur erkennen lassen, so werden dieselben einfach als **„structurlose Membranen,** oder **Glashäute“** bezeichnet. Zu den structurlosen Membranen gehören: die Grundmembranen der Epithelien, die membranae propriae der Drüsen, die Linsenkapsel, die Descemet'sche Haut, die membr. elast. post. Corneae, die Hyaloidea des corp. vitr. u. s. w. Es ist unbekannt, ob diese Häutchen vom Bindegewebe oder von dem Epithel stammen. Manche Glashäute sind zweifellose Cuticularbildungen (Sarcolemma der Muskeln, Basalsaum der Epithelien). Manche der structurlosen Häutchen entstehen jedenfalls in der Weise, dass die gallertige Grundsubstanz des sich entwickelnden Bindegewebes an der den anderen Geweben zugewandten Seite, resp. an Oberflächen erstarrt. Diese Häutchen sind als Grundsubstanzbildungen aufzufassen. Andere sogen. structurlose Membranen sind durch parallele, dichte Aneinanderlagerung von bindegewebigen oder elastischen Fasern entstanden. — Weitere Forschungen müssen das noch dunkle Gebiet der Glashäute aufklären.

b) **Die Kittsubstanz.** Zwischen den Elementen vieler Gewebe, namentlich solcher, in denen die Zellen direct aneinander liegen (Epithel-, Endothel-, glattes Muskelgewebe) findet sich eine dieselben zusammenklebende Masse, die wie der Mörtel zwischen den Ziegelsteinen, oder wie der Tischlerleim zwischen den Holzstücken der Möbel wirkt. Diese Masse ist nur in geringer Menge vorhanden und beeinflusst demnach die Form der Gewebe wenig, sie bedingt aber den innigen Zusammenhang, die feste Cohärenz der Zellen. Dieser Kitt hat andere chemische Eigenschaften als die zelligen Elemente; er wird durch gewisse chemische Reagentien gelöst, denen die anderen Gewebsbestandtheile, Fasern, Zellen etc. widerstehen; er färbt sich bei Behandlung mit salpetersaurem Silber braun, während die Zellen ungefärbt bleiben u. dgl.

c) **Die Grundsubstanzen** (Intercellularsubstanzen im engeren Sinne). Wenn zwischen den Zellen grosse Massen nichtzelliger Materie auftreten, dann werden sie Grundsubstanzen genannt. Diese sind meist in so grossen Mengen vorhanden, dass sie die Hauptmasse der Gewebe bilden, sodass die Zellen in Bezug auf den von ihnen eingenommenen Raum weit hinter den Intercellularsubstanzen zurückstehen und nur als in die Grundsubstanz eingestreut erscheinen.

Die Grundsubstanz giebt den betr. Geweben ihre besondere Formation und ihre besonderen Eigenschaften (Festigkeit, Härte, Dehnbarkeit, Elasticität, Durchsichtigkeit u. s. w. entweder durch die ihr an sich eigenen, ihr eigenthümlichen Eigenschaften oder durch eine besondere Textur oder durch Ineinandergreifen mit anderen Grundsubstanzen. Sie verleiht den Geweben die Fügung (Structur), vermöge deren sie den mechanischen Aufgaben, die im Körper an sie gestellt werden, genügen können. Bei allen Bindesubstanzen ist es die Grundsubstanz, von der die Form, die Gestalt und die Festigkeit derselben abhängt. — Die Grundsubstanzen sind chemisch und physicalisch von den Zellen verschieden. Sie haben je nach ihrem Vorkommen verschiedene Eigenschaften, theils sind sie formlos, theils characteristisch gestaltet, theils faserig, theils blätterig, theils weich, theils von schneidbarer Härte, theils verkalkt, theils steinig u. s. w.

Zu den Grundsubstanzen gehören: Die gallertige, homogene Masse der Schleimgewebe, die feste, parallelfaserige, homogen erscheinende, elastische Grundsubstanz des Knorpels, die faserreiche, leimgebende Substanz des Bindegewebes, die nicht leimgebende, sehr elastische,

widerstandsfähige faserige Grundsubstanz des elastischen Gewebes, die blätterige, harte, verkalkte Zwischensubstanz des Knochengewebes und die noch härtere, sprödere Grundsubstanz des Dentins.

An den Zwischensubstanzen werden auch Lebenserscheinungen beobachtet, wenigstens besitzen sie einen Stoffwechsel, was daraus erhellt, dass sie während der verschiedenen Altersperioden morphologische und chemische Veränderungen erleiden, ohne abzusterben. Dagegen ist ihnen eine besondere Contractilität oder ein Secretionsvermögen nicht eigen.

Entstehung der Grundsubstanzen. Die Art der Entstehung der Grundsubstanzen ist noch nicht mit Sicherheit bekannt. Man weiss nur soviel, dass dieselben von den Zellen herstammen müssen; denn man findet an den Stellen, wo Grundsubstanzgewebe entstehen, zunächst nur Zellen; dann tritt zwischen denselben eine geringe Menge einer gallertigen oder flüssigen Zwischensubstanz auf, die sich mehr und mehr vergrössert. Demnach müssen die Zellen die Producenten der Zwischensubstanzen sein; je nach der Natur der letzteren (der Zellproducte) bezeichnet man die Zellen als Osteo-, Odonto-, Chondro- und Inoblasten. Entweder entsteht die Zwischensubstanz in der Weise, dass die Zellen dieselbe aus sich ausscheiden (secerniren), oder so, dass die peripheren Theile der Zellen zu Zwischensubstanz werden, indem diese sich chemisch und physicalisch umwandeln, sodass nur der centrale Theil der Zelle als Zelle übrig bleibt (Schwann, Brücke, Gegenbauer, Boll, Waldeyer). Im letzteren Falle kann es sogar eintreten, dass auch noch der centrale Theil der Zelle in die betr. Veränderung hineingezogen wird. Letzteres kann selbstredend nur eine gewisse Anzahl von Zellen betreffen. — Die Grundsubstanz ist nach der einen Ansicht anfangs stets ganz gleichmässig, und erst später sollen Differenzirungen in derselben auftreten und die Zellkapseln, die Fasern, die Lamellen etc. entstehen; nach der anderen Ansicht bilden sich diese differenten Körper sofort aus dem Zellleibe der Zellen beim Entstehen der Grundsubstanzen. Nach einer dritten Anschauung entstehen nur die genannten geformten Theile der Grundsubstanz direct aus dem Zellleibe, während das Formlose sich auf dem Wege der Secretion der Zellen bildet.

(Anmerkung. In allen älteren Grundsubstanzen sind Fasern zugegen. Es ist also eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass in den Grundsubstanzen **Faserbildungen** auftreten. Diese Fasern entstehen entweder frei in denselben, oder durch fibrillären Zerfall der peripheren Theile der Zellen, oder als Forsatzbildungen spindel- oder sternförmiger Zellen und bleiben im letzteren Falle unter Umständen während des ganzen Lebens mit den Zellen im Zusammenhang. Ausser diesen Fasern der Grundsubstanzen kommen aber im Thierkörper auch noch andere Faserbildungen vor (Linsen- und Schmelz-, Muskel- und Nervenfasern). Derartige Fasern entstehen z. B. durch reihenförmige Aneinanderlagerung und Verklebung oder Verschmelzung von länglichen Zellen, oder durch Streckung und Wachsthum ganzer Zellen, oder durch Bildung und Wachsthum von Fortsätzen, die mit den Zellen in Verbindung bleiben und nicht in Grundsubstanzen liegen).

Ausser Fasern treten in den Zwischengeweben in gleicher Weise wie im Zellleib auch feine Körnchen auf, die sogen. **Elementarkörnchen.** Die Natur dieser Körnchen ist nicht genau bekannt, jedenfalls sind sie von verschiedener Beschaffenheit und grösstentheils albuminoider Natur.

Bei einem Grundsubstanzgewebe, welches Fasern enthält, kann man die Zellen mit den Mauersteinen, die Grundsubstanz mit dem Mörtel und Kalk, die Fasern mit den Sparren, Balken, Eisenschienen u. dgl. an einem Gebäude vergleichen.

Resumé über den Aufbau der Gewebe. Wie aus Vorstehendem ersichtlich, erscheinen als Baumittel der Gewebe: 1. Zellen, 2. Gebilde, die durch

Verschmelzung, Abplattung etc. aus Zellen hervorgegangen sind, an denen aber die Zellentur nicht mehr nachweisbar ist, 3. Zellproducte (Zellsecrete oder umgewandelte periphere Theile der Zellen). Das Wesentlichste und primär Gegebene aller Gewebe sind die Zellen. Von ihnen hängt das Leben der Gewebe ab, aus ihnen gehen alle anderen Baumittel der Gewebe hervor. Die Zellen lagern sich, um Gewebe zu bilden, entweder direct aneinander (Keimblätter) oder kleben durch einen Kitt zusammen (Epithel-, Endothel-, Muskelgewebe), oder verbinden sich durch Fortsätze miteinander (Nerven-, Pigmentgewebe) oder durch Grundsubstanzen (Bindesubstanzen) oder verschmelzen miteinander (Elementarhäutchen).

Die **Lebenserscheinungen** der Gewebe sind nach der Natur derselben verschieden. Da alle Gewebe gewisse Functionen verrichten, so findet natürlich auch ein Stoffwechsel in ihnen statt. Nur dadurch kann für Kraftersatz gesorgt werden. Der Stoffwechsel ist wesentlich an die Zellen geknüpft Bei den Geweben ohne Grundsubstanz führt das Blut den Zellen das Stoffwechselmaterial direct zu. Bei den Grundsubstanzgeweben geschieht dies indirect durch Hohlräume und Kanäle, die sich darin befinden, oder auf dem Wege der Diffusion. Im letzteren Falle geschieht es langsam und haben die betr. Gewebe einen trägen Stoffwechsel und sind wenig empfindlich, gleichen aber auch Störungen ihres Lebens schwer aus.

Die Functionen der Gewebe sind sehr verschiedenartig. Das Muskelgewebe besitzt die Fähigkeit der Contraction in hohem Grade und dient den Bewegungen, das Nervengewebe verbindet die Organe physiologisch miteinander und leitet Reizungen, Empfindungen und bringt solche zur Wahrnehmung; die Grundsubstanzgewebe dienen als stützende, verbindende Grundgewebe; die Epi- und Endothelien decken und schützen Häute und secerniren u. s. w.

Die Gewebe besitzen ausserdem das Vermögen des Wachsthums, eine Folge der Ernährung, und das Vermögen der Fortpflanzung oder Regeneration. Letzteres documentirt sich am besten bei Substanzverlusten durch Wiederersatz der verloren gegangenen Gewebe auf dem Wege der Neubildung und bei der sogen. Transplantation. Ausserdem besteht das Wachsthum der jungen Thiere bei den meisten Geweben nicht nur in einem Wachsen der zelligen Elemente etc., sondern in einer wirklichen Neubildung von Zellen und der Production von Grundsubstanzen durch die neugebildeten Zellen.

Eintheilung der Gewebe. Bei der Eintheilung der Gewebe kann man von verschiedenen Principien ausgehen. Bis jetzt existirt eine rationelle allgemein als richtig anerkannte Eintheilung der Gewebe noch nicht.

1. Nach der Genesis theilte man die Gewebe früher ein in: mesodermale (Bindesubstanzen, Muskel- und Endothelgewebe und vielleicht die flüssigen Gewebe, die Parenchymzelle) und epi- und endodermale Gewebe (Epithelien und Nervengewebe).

Nach neuerem, entwickelungsgeschichtlichem Standpunkte unterscheidet Waldeyer genetisch:

A. Archiblastische Gewebe. a) Epithel-, b) Muskel-, c) Nervengewebe.

B. Parablastische Gewebe. a) Leucocyten, b) cytogene oder adenoide Bindesubstanzen, c) Endothelien, d) farbige Blutkörperchen, e) pigmentirtes Bindegewebe, f) Fettgewebe, g) Schleimgewebe, h) faseriges Bindegewebe, i) Knorpel, k) Knochen, l) Zahnbein.

2. Nach den physiologischen Functionen spricht man von deckenden, secernirenden, contractilen, empfindenden, Reizungen leitenden, stützenden, verbindenden etc. Geweben.

3. Häufiger als nach der Genesis und den Functionen theilt man die Gewebe vom morphologischen Standpunkte nach ihrer Formation und ihrem Aufbau ein und unterscheidet z. B. danach die Gewebe a) in solche, die nur aus Zellen resp. deren Fortsätze bestehen und theilt diese wieder ein in α, die Zellengewebe mit einfacherer Structur (Epi- und Endothelien) und β, die mit höherer Ausbildung und complicirterer Structur der Zellen (Muskel- und Nervengewebe), b) in solche, die mit Grundsubstanzen ausgestattet sind und zwar α, die mit fester (Bindesubstanzen) β, die mit flüssiger Intercellularsubstanz (Blut, Lymphe, Chylus).

Aus formalen und pädagogischen Gründen geben wir in diesem Lehrbuche einer morphologischen Eintheilung der Gewebe den Vorzug und werden dieselben in folgender Reihenfolge abhandeln:

1. Die Zellengewebe, d. h. Gewebe, die entweder nur und allein aus Zellen bestehen oder deren Zellen nur durch einen Kitt aneinander gehalten sind.

2. Die flüssigen Gewebe. Man kann über die Stellung dieser Gewebe verschiedener Meinung sein. Einige Autoren rechnen sie mit zu den Bindesubstanzen, indem sie diese in solche mit flüssiger und solche mit fester oder geformter Intercellularsubstanz unterscheiden. Dieses Vorgehen hat eine gewisse Berechtigung, weil beide Gewebe genetisch aus derselben Quelle (dem Parablast) stammen, (ja vielleicht sind die Bindesubstanzen nur Producte des Blutes), und weil die flüssigen Gewebe im geronnenen (todten) Zustande eine ganz auffallende Aehnlichkeit mit dem Bindegewebe haben. Im lebenden Zustande aber sind die flüssigen Gewebe von den Bindesubstanzen so verschieden, dass sie mit Recht eine besondere Stellung im System einnehmen. Einige Autoren gestehen diesen Geweben den Character als Gewebe überhaupt nicht zu und betrachten sie einfach als Flüssigkeiten, in denen geformte Elemente schwimmen.

3. Die Grundsubstanzgewebe resp. Bindesubstanzen i. e. Gewebe mit viel Intercellularsubstanz.

4 Das Muskelgewebe.

5. Das Nervengewebe.

Die beiden letzten Gewebsarten fasst man wohl auch in eine Gruppe als Zellgewebe mit hoch ausgebildeten und differenzirten, durch ihre Formation characteristischen Zellen zusammen.

Genesis. Die Genesis wird bei jedem einzelnen Gewebe besprochen. Im Allgemeinen ist nur zu bemerken, dass jedes Thier aus einer einzigen Zelle (einer Eizelle, welche Samenfäden in sich aufgenommen hat) durch Vermehrungsvorgänge entsteht. Durch Theilungsvorgänge bildet sich zunächst aus dieser Zelle Embryonalgewebe; dieses ordnet sich bald schichtenweise und zwar in 3 Schichten, den Keimblättern an. Aus diesen und dem sogen. Parablast entstehen alle Gewebe. Aus dem oberen oder äusseren Keimblatte bildet sich das Nervengewebe und das mehrschichtige Plattenepithel der äusseren Haut und einiger Schleimhäute, aus dem mittleren, zu dem der Parablast hinzukommt, entstehen die Bindesubstanzgewebe, das Muskel-, das Endothel- und die flüssigen Gewebe und einige Parenchym- resp. Epithelzellen, aus dem unteren oder inneren das Epithel der meisten Schleimhäute und der Drüsenausführungsgänge und vielleicht auch Nervenelemente. Die Verschiedenheiten der Gewebe basiren auf der Verschiedenartigkeit des Bildungstriebes der Urzellen, auf Einwirkungen von aussen (Druck, Zug, Spannung, Austrocknen, Durchfeuchten, Kalksalzeinlagerungen u. s. w.) auf Wachsthumsverhältnissen und auf der Uebernahme bestimmter Functionen zu Folge der im Korper Platz greifenden Arbeitstheilung (das eine Gewebe übernimmt die Aufnahme und Abgabe von Stoffen, das andere den Schutz nach aussen, ein drittes die Assimilation des Aufgenommenen, ein viertes die Sorge für die Bewegungen u. s. w.)

I. Die Zellengewebe.

Alle äusseren und inneren Oberflächen des Körpers sind mit weichen oder harten, dünneren oder dickeren zelligen Oberhäutchen (Epithelien) bedeckt und alle seine Höhlen mit einem hautartigen Zellbelage austapezirt. Das Gewebe, welches alle diese hautartigen Beläge bildet, ist ein echtes, nur aus Zellen und einem sie verbindenden Kitt bestehendes Zellengewebe. Während man dasselbe früher allgemein Epithelgewebe nannte, unterscheidet man (His) heute zwei Arten dieses Zellengewebes, nämlich das Epithel- und das Endothelgewebe. Unter Epithelgewebe versteht man nach Waldeyer »Zellenbeläge freier Oberflächen oder Aussenräume des Körpers, welche einen archiblastischen Ursprung haben«, wohingegen die Endothelien Zellengewebe parablastischen Ursprunges sind, welche die Binnenhöhlen, d. h. diejenigen Höhlen und Kanäle des Körpers mit zelligen Oberflächen bekleiden, die vollkommen abgeschlossen sind und nicht mit der Aussenwelt communiciren.

1. Das Epithelgewebe.

Vorkommen. Das Epithelgewebe findet sich auf der äusseren Haut (resp. der äusseren Oberfläche des Körpers) und kleidet alle ihre Buchten und alle diejenigen Höhlen, Kanäle, Schläuche, Gänge aus, welche direct oder indirect mit der Aussenwelt durch Oeffnungen (Mund, Nasenöffnung, Augenlidspalte, Zitzenöffnung, After, Porus genitalis etc.) in Verbindung stehen (Verdauungsschlauch, Respirations-, Harn-, Genitalapparat, Augenlider, Drüsenausführungsgänge).

Bau und Eigenschaften. Das Epithelgewebe besteht aus Zellen, die dicht aneinander liegen und nur durch einen kaum wahrnehmbaren Zwischenraum von einander getrennt sind. Selten sind kleine Gruppen von Epithelzellen direct miteinander verbunden und verschmolzen. In den Zwischenräumen zwischen den Zellen befindet sich der intercelluläre Kitt, wie der Mörtel zwischen den Mauersteinen.

Die Kittsubstanz. Sie ist wegen ihrer geringen Menge ohne Einfluss auf die Zellgestalt und die Gewebsformation, entscheidet aber über die Festigkeit des Gewebes. An frischem, dem Körper entnommenen Epithel hängen die Zellen durch den Kitt so fest zusammen, dass sie durch einfaches Zerzupfen nur schwer oder garnicht zu trennen sind; erst einige Zeit nach dem Tode fallen sie ziemlich leicht auseinander. Der Kitt löst sich in gewissen chemischen Reagentien, welche die Zellsubstanz nur unbedeutend angreifen (neutrales chromsaures Ammonium, Jodserum, $^1/_3$ Alkohol, verdünnte Chromsäure, Kaliumbichromat-, Pikrinsäure-, 10 pCt. Kochsalzlösung u. s. w.). Nach Thoma und Arnold lagern sich bestimmte Farbstoffe, die während des Lebens in das Blut injicirt werden, in die Kittsubstanz ab, eine Thatsache, welche dafür spricht, dass diese Substanz während des Lebens nicht fest ist.

Die Zellen (s. Figur 37 u. 38). Sie erscheinen im frischen Zustande hell und klar, werden aber bald trübe und granulirt, sind meist scharf begrenzt und enthalten einen kugeligen, elliptischen oder flachen Kern

mit Kernkörperchen. Der Zellleib ist peripher derber und resistenter als central und nur ausnahmsweise mit einer Membran versehen.

In dem Zellleibe soll nach Trinchese ein Netz kugeliger Körnchen enthalten sein, in dessen Maschen eine gleichmässige Masse liegt, welche sphäroide Korperchen (Protomera) mit centralen Körnchen enthält.

In der Zellsubstanz der jüngeren Epithelzellen ist Glycogen enthalten. Der Zellleib ist entweder weich, biegsam, gegen äussere Einflüsse wenig widerstandsfähig, oder verhornt und sehr resistent, oder hochgradig elastisch und befähigt, sich den Füllungszuständen der Höhlen durch Abplattung oder Ausdehnung anzupassen u. s. w. Die Zelloberfläche ist glatt. oder gerippt, mit Druckleisten u. dgl. versehen. Der Zellrand ist glatt oder ausgehöhlt oder gezackt und gezähnelt.



Fig. 37. Zellformen der Epithelien aus dem Wharton'schen Gange des Pferdes. *a)* Becherzelle, *b)* halb entleerte Becherzelle, *c c,)* spindelformige und Zellen mit stabförmigen Fortsätzen, *d, d,,)* Halbmondzellen, *e)* platte Zelle, *f)* Cylinderzellen.

Die Gestalt der Epithelzellen ist sehr verschieden, wie die Figur 38 demonstrirt. Von Alters her aber unterscheidet man trotzdem das Epithelgewebe nach der Gestalt der Zellen in Platten- (Fig. 38a) und Cylinderepithel (Fig. 38b), je nachdem die Zellen plattgedrückt er-



Fig. 38. Epithelien der obersten Schicht. *a)* Plattenepithel, *b)* Cylinderepithel, *c)* Flimmerepithel.

scheinen oder eine hohe Gestalt haben. Zwischen beiden Arten giebt es natürlich die verschiedensten Uebergangsformen. Eine ganz besondere Epithelform stellt dasjenige Epithelgewebe dar, dessen Zellen an ihren freien Flächen mit feinen haarartigen Fortsätzen versehen sind. (Flimmerepithel) (Fig. 38c). Die Epithelzellen besitzen die Fähigkeit eine Art Stützsubstanz als Cuticularbildung in Form von hautartigen auf ihren Oberflächen stattfindenden Ablagerungen und vielleicht auch in Form fester stützender, die Zellen einschliessender Netze zu liefern (Waldeyer).

Die Lagerung der Zellen und Verbindung mit dem unterliegenden Gewebe. Die Epithelzellen liegen entweder nur in einer Lage neben (ungeschichtetes, einschichtiges Epithel) oder in mehreren Lagen übereinander (geschichtetes, mehrschichtiges Epithel). Hiernach richtet sich wesentlich die Dicke und zum Theil auch die Resistenz der betr. Oberhäutchen. Beim einschichtigen Epithel findet man immer auf grössere Strecken die Zellen von derselben Form und Grösse, seien es cylindrische, cubische oder platte Zellen. Bei den geschichteten Epithelien besteht die oberste Lage entweder aus höheren, z. B. kegelförmigen (geschichtetes Cylinderepithel) oder aus platten (geschichtetes Plattenepithel) oder aus flimmernden, Cilien tragenden Hauptzellen (geschichtetes Flimmerepithel). Bezüglich der Zellen der tieferen unteren Lagen gilt im Allgemeinen als Regel, dass sie m. o. w. rundlich sind, wenn die oberste Zelllage sich aus hohen Zellen zusammensetzt, während sie eine hohe (cylindrische, kegelförmige) Gestalt haben, wenn die oberen Zellen platt sind. In den mittleren Zelllagen finden sich in Folge des gegenseitigen Drucks, des Ausfüllens der Lücken etc. alle möglichen Zellformen und gilt als Regel, dass diese um so mannigfaltiger erscheinen und dass die Zellen um so vielgestaltiger sind, je dicker das Epithel, d. h. je grösser die Zahl seiner Schichten ist. — Die Epithellagen sind stets gefässlos, enthalten aber unter Umständen Nerven. Das Epithel sitzt auf anderem, in der Regel Bindegewebe und ist von diesem gewöhnlich durch eine glashelle, structurlose Basalmembran oder durch eine Endothellage scharf geschieden. Beim einschichtigen Epithel liegt das eine Ende der Zellen der Basalmembran an, das andere ist frei. Beim mehrschichtigen sind nur die Zellen der unteren Lage (Basalzellen) und einige der oberen (Ersatzzellen von einigen Autoren genannt) durch Fortsatze, welche an der Basalmembran zu sogen. Fussplatten plattenartig, flügelartig, pyramidal oder schuppchenartig verbreitert sind (Fusszellen) an die Basalmembran befestigt. Letztere ist ebenso wie die Fussplatten der (kugeligen, cylindrischen, keulen-

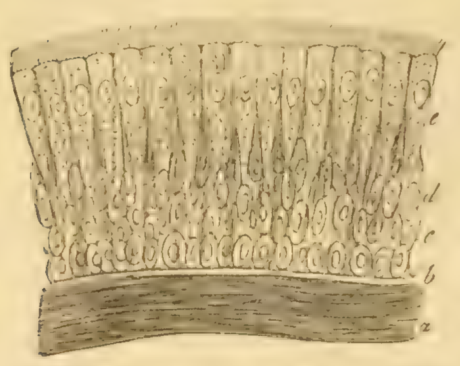


Fig. 39. Mehrschichtiges Flimmerepithel.

förmigen oder gestielten) Fusszellen fein gezähnelt. Die Zähnchen beider greifen ineinander und sind durch Kitt aneinander befestigt.

Eintheilung. Das Epithelgewebe wird eingetheilt in 1. Deckepithelien, 2. Enchymepithelien (secernirende Drüsenzellen) und 3. Neuroepithelien. Hier haben wir zunächst nur die Deckepithelien zu betrachten. Diese zerfallen, wie schon erwähnt, in 1. Platten-, 2. Cylinder-, 3. Flimmerepithel, und bei jeder dieser Arten unterscheidet man wieder das geschichtete und das ungeschichtete Epithel.

Wenn eine der genannten Epithelformationen an eine andere Art, z. B. ein einschichtiges Cylinder- an ein mehrschichtiges Plattenepithel anschliesst, dann erfolgt der Uebergang aus der einen Epithelform in die andere allmälig (Uebergangsepithel)*).

A. Das Plattenepithel.

1. **Das einschichtige Plattenepithel.** Dasselbe führt seinen Namen wegen der platten Form seiner Zellen. Diese stellen polyedrische und zwar meist regelmässig 5—6eckige kernhaltige Platten dar, die in einer Lage wie Pflastersteine (Pflasterepithel) nebeneinander liegen und eine so dünne Schicht bilden, dass diese mit blossem Auge nicht sichtbar ist, und dass man deshalb früher glaubte, dass an den Stellen, die, wie wir heute wissen, vom einschichtigem Pflasterepithel bedeckt sind, gar kein Epithel vorhanden sei. Es findet sich an der inneren Fläche des vorderen Theiles der Linsenkapsel, im inneren Ohre (auf der membrana vestibularis und den canal. semicirc.) auf der inneren Trommelfellfläche, in den kleinen Drüsenausführungsgängen und auf den plexus chorioidei des Gehirns und nach Waldeyer auf dem Peritonäum und der Pleura.

2. **Das Pigmentepithel.** Es ist dies eine besondere Art des Plattenepithels, die sich durch die Färbung des Zellleibes kennzeichnet. Es besteht aus regelmässig 6 oder 5eckigen Zellen, deren Leib dadurch braun oder braunschwarz gefärbt erscheint, dass sich in ihm kleine Pigmentkörnchen, Melaninkrystalle, massenhaft angehäuft haben. Der Zellkern ist nicht pigmentirt und erscheint deshalb, wenn er nicht von der pigmentirten Zellsubstanz bedeckt ist, als ein rundlicher heller Fleck in dem dunklen 6eckigen Zellleibe. Die Zellen sind weich, vollsaftig, membranlos und besitzen die Fähigkeit der Amöboidbewegung. — Das Pigmentepithel bildet die äusserste Schicht der Retina und ist den Aussengliedern der Stäbe und Zapfen aufgelagert. An derjenigen Seite der Zellen, welche gegen die genannten nervösen Elemente gekehrt ist,

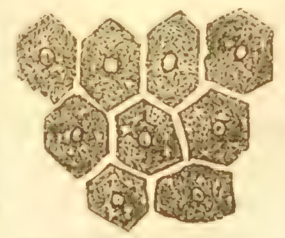


Fig. 40. Pigmentepithel.

*) Als Uebergangsepithel hat man wohl auch eine Epithelform bezeichnet, die in der Formation ihrer Zellen zwischen den Platten- und Cylinderepithelien steht (kubisches Epithel etc.).

finden sich dünne Fortsätze, die ein Büschel bilden und die zwischen die Stäbe und Zapfen eindringen. Die den Stäbchen abgewandte Seite der Zellen ist in dünner Schicht pigmentfrei. Die Pigmentkörnchen zeigen scharfkantige prismenähnliche Formen (Frisch). Bei den Negern, vielen Amphibien und Reptilien kommen auch in der Epidermis pigmentirte Epithelzellen vor.

3. **Das mehrschichtige (geschichtete) Plattenepithel.** Dieses Gewebe stellt ein gemischtes Epithel dar; es besteht aus neben und mehrfach über-

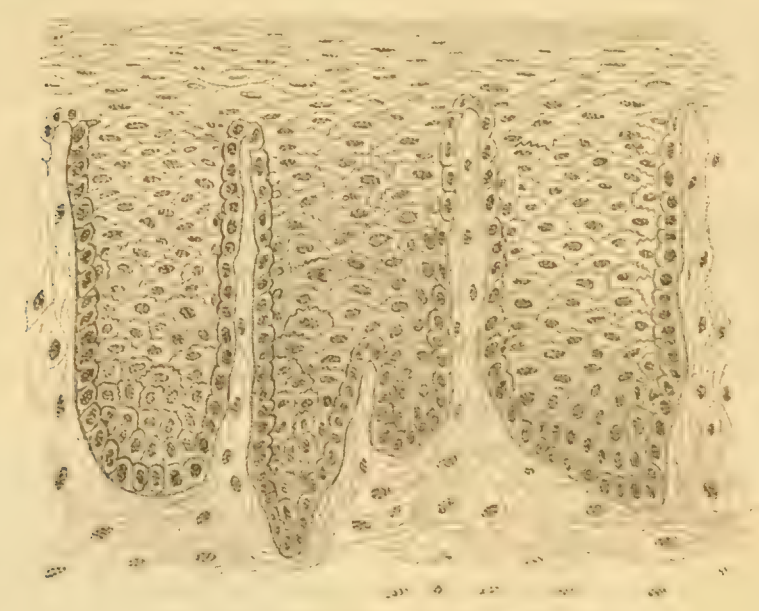


Fig. 41. Mehrschichtiges Plattenepithel.

einander liegenden Zellen der verschiedensten Gestalten und verdankt seinen Namen »Plattenepithel« der Formung der Zellen der obersten Schicht. »Geschichtetes« Epithel heisst es deshalb, weil man es sich aus einer Reihe von übereinander geschichteten Lagen von Zellen aufgebaut dachte. Die aus diesem Epithel bestehenden Häutchen erreichen zuweilen eine Dicke von mehreren Millimetern und können dann in Form zusammenhängender mit blossem Auge sichtbarer Membranen von der Unterlage, in der Regel mit Zurücklassung der untersten Zellschichten abgezogen werden.

Vorkommen. Das geschichtete Plattenepithel findet sich auf der äusseren Haut und in deren Gruben und Einstülpungen, auf der Schleimhaut der Maulhöhle, eines Theiles der Rachenhöhle, des Schlundkopfes und Schlundes, des Vormagens der Einhufer, der drei Vormagen der Wiederkäuer, der Vulva und Vagina, eines Theiles der Urethra, der Harnblase und des Nierenbeckens, auf der Conjunctiva und Cornea des Auges, in den Thränenkanälchen, am Ausgange des Rectums u. s. w.

Bau. Ueber das Verhalten der Zellen in den verschiedenen Schichten lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass die Zellen der tiefern, d. i.

der Unterlage näheren Schichten weicher, wasserreicher, höher, stärker granulirt erscheinen, als die der oberen Schichten, und dass diese letzteren, deren Verhalten sich sehr wesentlich nach den äusseren Einflüssen, denen sie ausgesetzt sind, ob trockene Luft oder Feuchtigkeit u. s. w. auf sie einwirkt, richten, häufig einfache trockene, polygonale kernlose oder kernhaltige Platten und selten mehr kugelig-polyedrische Gebilde darstellen.

Im Grossen und Ganzen ist der Bau des geschichteten Plattenepithels folgender: Auf der etwas gezähnelten Basalmembran sitzen weiche, vollsaftige, membranlose Zellen (Protoblasten) von kugeliger oder, was sehr häufig ist, cylindrischer oder keulenförmiger Gestalt direct auf. Zwischen diesen Zellen gehen aber hier und da Fortsätze von Zellen hindurch, die sich in der zweiten Zellschicht befinden und die mit einer Verbreiterung an der Basalmembran befestigt sind.



Fig. 42. Basalzellen aus dem Psalter.

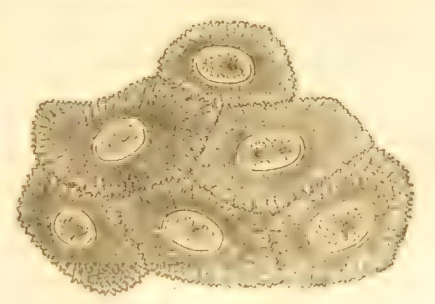
Alle der Unterlage direct aufsitzenden Zellen (Basalzellen) sind m. o. w. senkrecht zur Basalmembran gestellt; die zu ihnen gehörigen kleinen kugeligen Zellen sind die Ersatzzellen des Epithels.

Die Zellen der nächst höheren Lagen sind Protoblasten, die entweder von kegelförmiger, birnförmiger und keulenförmiger Gestalt und zum Theil mit einem Basalfortsatz versehen (Fusszellen), oder verschiedenartige Fortsätze besitzen und complicirt gestaltet (Flügelzellen) sind.

In den mittleren Lagen sind die Zellen schon trockener, niedriger und lassen in Folge des Drucks, der von allen Seiten auf sie ausgeübt wird, die verschiedensten Gestalten und Unebenheiten auf der Oberfläche, Druckleisten, Furchen etc. erkennen. In diesen Schichten findet man ganz besonders die sogen. Riffzellen. Die Anschauungen über die Formung und Verbindung dieser Zellen sind verschieden. Im Allgemeinen lehrt man, dass sie an den Rändern und der Oberfläche zackig und stachelig sind und auf letzterer Riffe und Zähnelungen von verschiedener Form und Grösse bemerken lassen, die in Form unregelmässiger Vielecke angeordnet sind. Central in dem festen soliden Zellleibe kommt eine Höhle vor, in welcher der Zellkern mit Kernkörperchen liegt. An todten Zellen füllt der Kern die Höhle oft nicht



Fig. 43. a) Eine besonders an den Rändern abgeplattete mit Druckleisten versehene Zelle, die nur noch central protoplasmatisch ist. b) Eine Riffzelle.


Fig. 44. Riffzellen.

aus, und bemerkt man dann eine helle Zone um den rundlichen Kern oder sieht letzteren sichelartig an einer Wand der rundlichen oder ovalen Kernhöhle anliegen. Offenbar ist diese Erscheinung eine Folge **postmortaler** Retraction des Kernes.

Die Verbindung der Riffzellen soll entweder dadurch bewirkt werden, dass die Stacheln wie Zahnräder oder wie die Haare zweier Bürsten, die man gegeneinander drückt, in einander greifen, oder in der Weise, dass die Stacheln nicht in-, sondern an einander greifen und als Protoplasmafortsätze in den Intercellularspalten erscheinen, so dass die Intercellularsubstanz Brücken bildet, die zwischen den, aus je zwei an einander stossenden Zähnen bestehenden Zellfortsatzen von einer Zelle zur anderen gehen. Fasst man die Intercellularsubstanz als die Grundsubstanz auf, dann bilden die Zähne Stege oder Brücken zwischen den Zellen. Ranvier hat noch eine dritte Anschauung aufgestellt. Er fand, dass die Zellen in den mittleren Schichten der Epidermis eine fibrilläre Beschaffenheit haben, dass ihre Fibrillen sich in der Nähe des Kernes durchkreuzen und dort ein dichtes Flechtwerk bilden und dass zwischen den Fasern eine homogene Substanz liegt. Es gehen nun Fäden von einer Zelle zur andern und veranlassen dadurch, dass sie die Intercellularsubstanz durchziehen, deren gestreiftes, riffiges Ansehen. Die Fäden bilden in der Intercellularsubstanz ein elastisches Knötchen, welches eine Erweiterung der zwischen den Zellen befindlichen, dem Saftstrome dienenden Räume gestattet. Nach meinen eigenen Beobachtungen greifen die sogen. Stacheln meist nicht in-, sondern an einander. Ob daneben auch das Ineinandergreifen der Stacheln vorkommt, scheint mir noch zweifelhaft. Die Ranvier'schen Fäden in den Zellen habe ich mit den besten Instrumenten nicht mit Sicherheit wahrnehmen können. Dagegen schien es mir öfter allerdings so, wie wenn faserartige Fortsätze der einen Zelle durch die Intercellularsubstanz durchgehend in die Nachbarzelle übergingen.

Die Zellen der oberflächlichen Lagen sind je nach den mechanischen und chemischen Einflüssen, denen sie ausgesetzt sind m. o. w. abgeplattet (Fig. 45) und verlieren in den obersten Schichten durch Abplattung und sonstige Veränderungen oft ihre Zellnatur, wie z. B. in der Epidermis und dem Epithel der cutanen Schleimhäute, ganz und gar. Man findet dann kernlose, verschieden gestaltete Schüppchen ohne Kern, die dachziegelförmig übereinander greifen, oder miteinander zu grösseren Schüppchen verklebt sind, deren Zellleib derartig verhornt ist, dass keine Zellsubstanz mehr in ihnen nachweisbar ist und deren Oberfläche die Zähnelungen, Riffe und Stacheln, wie sie die Zellen der mittleren Lagen besitzen, nicht mehr nachweisen lässt.



Fig. 45. Plattenepithel der oberen Zellagen der Mundschleimhaut.

Von den mittleren Zelllagen bis zur obersten Schicht kann man genau verfolgen, wie die Zellen immer platter und platter werden, wie die Stacheln, Riffe, Druckleisten immer mehr und mehr verschwinden, wie der Kern immer platter und kleiner wird, wie bald nur noch ein Raum ohne Kern vorhanden ist, bis schliesslich auch dieser durch das weitere Abplatten der Zellen unsichtbar wird. Dabei werden die Zellen immer trockener und wasserärmer, verhornen (d. h. ihre Zellsubstanz wandelt sich chemisch in einen schwefelreichen Körper, das Keratin um) und werden zu dünnen

mogenen, leicht haltbaren kernlosen Schüppchen. Die verhornten Zellen stimmen emisch vollständig mit den Formbestandtheilen der Haare, Nagel, Hufe, Klauen, Horner (Horngebilde) überein, da diese Gebilde aus den verhornten Schüppchen aufgebaut werden. Diese Schüppchen quellen in Alkalien kugelig auf und werden wieder zellähnlich. Sowohl diese wie die ganz platten polygonalen Zellen stellen, von der Seite gesehen, eine einfache Linie dar; dagegen erscheinen die unregelmässig polygonalen Platten, die noch einen ovalen



ïig. 46. Verhornte Schüppchen und Zellen.



Fig. 47. Zellen aus der Hornklaue des Rindes (Lungwitz).

Kern, der von m. o. w. zahlreichen Körnchen umgeben ist, enthalten, von der Seite spindelförmig, weil diese Zellen peripher stärker abgeplattet sind als central, in der Nähe des Kerns. Diese 'ellen sind auch noch weich und enthalten noch Riffe und Faltungen, was den bersten fehlt. Zu Folge der genannten Seitenansicht der Zellen erscheinen die bersten Lagen des mehrschichtigen Plattenepithels von der Seite streifig resp. serig.

Bei verschiedenen mehrschichtigen sogen. Plattenepithelien tritt eine Verhornung und keine so bedeutende Abplattung der oberlächlichen Zellen, wie sie geschildert wurde, ein (z. B. im Nierenbecken und der Harnblase) (cf. Fig. 48). — Die mehrschichtigen Epithelien sitzen oft auf Oberflächen, die uneben, z. B. mit Papillen (cf. Fig. 49) versehen sind, und füllen nicht selten die Zwischenräume zwischen diesen aus. In diesen Epithelien findet man in der tiefsten Zelllage der Regel nach nur rundliche, ovale oder niedrig cylindrische, cubische Zellen mit ovalen fast in einer Linie nebeneinander stehenden, senkrecht zur Basalmembran gestellten oder rundlichen Kernen.

Das mehrschichtige Plattenepithel ist trotz seiner oft sehr beträchtlichen Dicke gefässlos. Es wird von den Blutgefässen resp. den Capillarnetzen ernährt, welche

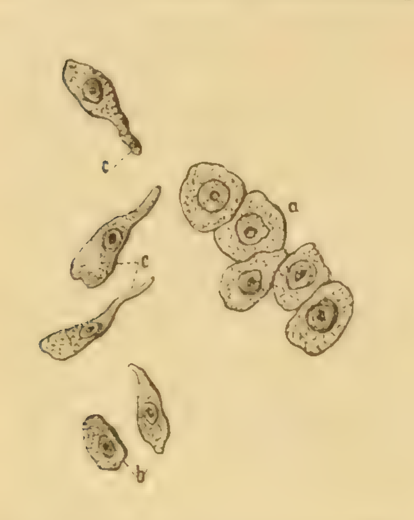


Fig. 48. Epithelzellen aus dem Harnleiter einer Kuh. *a)* Zellen der oberen, *b)* der mittleren, *c)* der unteren Lage.

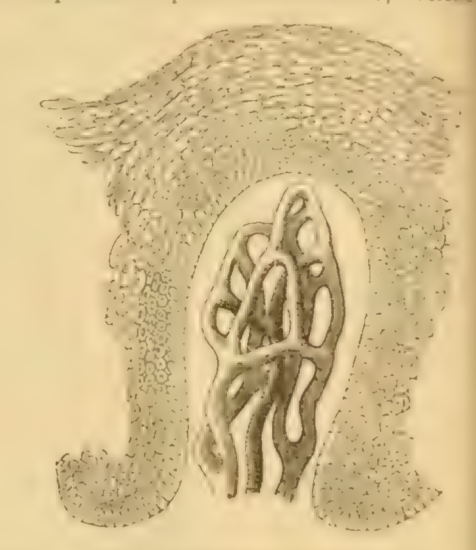


Fig. 49. Mehrschichtiges Plattenepithel auf einer Gefässpapille.

basalwärts dem Epithel anliegen. In dem Epithel zwischen den Zellen findet sich ein Saftkanalsystem in Form von Spalträumen, die sich an einzelnen Stellen ganz beträchtlich erweitern und in welchen sich das Bluttranssudat zu den Gewebszellen hinbewegt. Diese Saftlucken stehen aber auch mit subepithelialen Lymphgefässen in Verbindung und bilden den Anfang dieser. Sie führen also alles Verbrauchte und alles Ueberschüssige aus dem Epithel ab. In den Lücken und Kanälen zwischen den Epithelzellen findet man oft Wanderzellen, Leucocyten, aber der Regel nach (namentlich in den verhornten Epithelien) nur in den tieferen Schichten; oben scheint

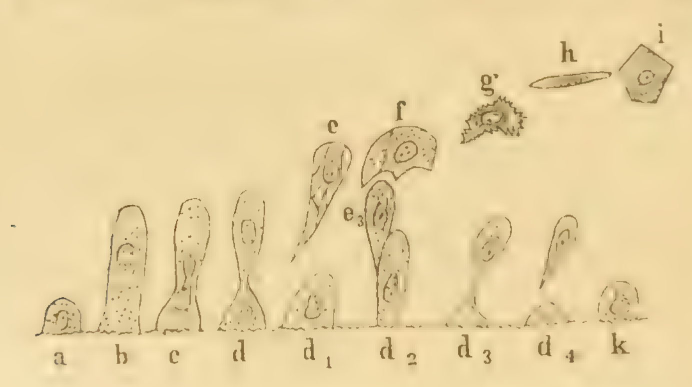


Fig. 50. Vorgang des Wiederersatzes der Zellen; schematisch dargestellt. Die Basalzelle *a)* wächst und wird zu einer Cylinderzelle *b)*. Nach vollendetem Wachsthum beginnt die Theilung des Kernes *c)*, die bei *d* vollendet ist. Nun theilt sich auch der Zellleib. Die obere Zelle *e)* rückt in höhere Lagen, *e)* wird gedrückt, *f)* wird zur Riffzelle *g)* und dann zur platten verhornten Zelle (Seitenlage *h*), Flächenansicht *i)* Währenddem ist die nach der Theilung zurückgebliebene Basalzelle d_1) wieder gewachsen d_2). Ihr oberer Theil schnürt sich allmälig ab d_3) und trennt sich endlich ganz d_4) und es bleibt eine kernlose Autoblaste zurück d_4). Diese bekommt wieder einen Kern *k)* und der Vorgang beginnt von Neuem.

er unten noch flüssige oder zähflüssige Kitt zu erstarren und für Wanderzellen un-urchgängig zu werden. — In den geschichteten Epithelien hat man vielfach Nerven-asern nachgewiesen.

Das mehrschichtige Plattenepithel stösst die obersten Zelllagen fortwährend oder on Zeit zu Zeit ab; in Folge dessen muss Wiederersatz stattfinden, der nur von en Basalzellen ausgehen kann. Ueber die Art und Weise, wie die eigentliche Regene-ation dieser Zellen stattfindet, sind die Ansichten noch getheilt; einige Autoren Flemming) nehmen an, dass die anfangs kugeligen, später cylindrischen Basalzellen ach vollendetem Wachsthum sich unter karyokinetischer Korntheilung in zwei Zellen heilen (cf. Fig. 50c), von denen die untere eine neue Basalzelle darstellt, während die bere die Verbindung mit der Basalmembran aufgiebt, in höhere Schichten rückt und durch Druck und Eintrocknung Aenderungen erleidet. Andere glauben, dass die aus-gewachsene Ersatzzelle sich in einen Stiel mit verbreiterter Fussplatte ausziehe s. d_3 Fig. 50) und schliesslich abreisse, sodass nur die kernlose Fussplatte als Zell-udiment zurückbleibt (d_4 Fig. 50). Diese (Autoblaste) soll sich auf dem Wege des Wachsthums und der freien Kernbildung zu einer Basalzelle u. s. w. ausbilden. Noch andere schreiben den Wanderzellen eine Betheiligung beim Epithelwachsthum zu.

B. Das Cylinderepithel.

Vorkommen. Das Cylinderepithel findet sich im Labmagen der Wiederkäuer, dem Magen des Hundes, der Schweine und Katzen und bekleidet die Schleimhaut der portio pylorica des Pferdemagens und die Darmschleimhaut aller Haussäugethiere. Ausserdem bekleidet es die Innenwand fast aller Drüsenausführungsgänge (der Wand- und Anhangsdrüsen des Verdauungsschlauches [Gallengang, Gallenblase etc.], der harnbereitenden Organe u. s. w.). Wenn man die Drüsenparenchymzellen als Epithelien auffasst, dann würde noch zu erwähnen sein, dass fast alle acinösen und einige tubulöse Drüsen Cylinderepithel führen (Speicheldrüsen, Pancreas, tubuli recti der Nieren u. s. w.).

Bau. Das Cylinderepithel besteht aus weichen prismatischen Zellen, die in einer Lage nebeneinander liegen oder auf unterliegenden Zellschichten sitzen. Auf die Höhe dieser Zellen kommt es nicht an. Sind die Zellen entschieden höher als breit, dann nennt man sie, gleichgültig welche Gestalt sie haben, ob sie pyramiden-, kegel-, keulen-, birn-, becherförmig sind — cylindrische Zellen, sind sie ungefähr ebenso hoch als breit oder etwas niedriger, dann werden sie cubische genannt. Sieht man dieses Epithel von oben, dann bemerkt man ein enges Mosaik polygonaler Zellnetze, ähnlich



Fig. 51. Cylinderepithelzellen.

wie beim Plattenepithel. Die Felder sind aber sehr eng, oft unregelmässig und der Zellleib erscheint neben dem Kern sehr unbedeutend. Die Zellen des Cylinderepithels erscheinen bei Anwendung gewisser Reagentien deutlich längsgestreift (mit Ausnahme der Schleimzellen) und enthalten einen ovalen Kern. Das freie, der Basalmembran abgewandte Ende der Zellen des einschichtigen resp. der obersten Schicht des mehrschichtigen Epithels vieler Körpertheile lässt einen schmalen Saum erkennen, der bei stärkerer Vergrösserung gestreift erscheint. Man nimmt an, dass dieser sogen. Saum der Ausdruck von kleinen Stäbchen sei, die entweder randständig das Stirnfeld der Zelle bekränzen oder über das ganze Stirnfeld verbreitet sind und pallisadenartig nebeneinander stehend kleine Zwischenräume zwischen sich lassen. Die Cylinderzellen sind theilweise mit Seitenmembranen versehen, während sie an der dem Lumen der Kanäle und Schläuche, welche sie austapeziren, zugekehrten Seite in der Regel offen, d. i. membranlos sind. Der Kern ist verschieden gestaltet und verschieden gelagert; in der Regel sitzt er in der Tiefe der Zelle gegen oder in dem sich nach unten verjüngenden Theile und erscheint von ovaler Gestalt. Manchmal trifft man, namentlich bei hohen schmalen Zellen, an dem Orte, wo der Kern sitzt eine diesem entsprechende spindelförmige Erweiterung resp. Verdickung des Zellleibes.



Fig. 52. Cylinderzellen mit Saum.

Das **einschichtige Cylinderepithel** besteht aus lediglich cylindrischen, in der Regel kegelförmigen Zellen, die mit dem breiten Ende gegen



Fig. 53. Einschichtiges Cylinderepithel.

as Lumen gekehrt sind und mit dem schmalen in einen oder mehrere asale, fadenartige oder bandartige Fortsätze auslaufen, die sich an der asalmembran zu einer sich an diese befestigenden gezähnelten Platte erbreitern. Manchmal sind alle diese Fortsätze nach einer Seite umebogen, ähnlich einem mit aufrechtem Oberkörper und gestreckten Beinen sitzenden Menschen, greifen aber auch mit einer verbreiterten Endplatte an die Basalmembran an. Zwischen den Basalfortsätzen leiben Lücken, welche durch rundliche Zellen ausgefüllt werden, die ich der Gestalt der Lücke anpassen, also meist nach oben einen Fortatz haben (Ersatzzellen). Zwischen den gewöhnlichen Cylinderzellen emerkt man vielfach (Fig. 52) die sogen. **Becherzellen** mit aufgebauchten eitenwänden und gleichmässigem blassen Inhalte. Sie gleichen einem Kelch oder Becher, gehen in einen Stiel nach unten aus und besitzen inen von gekörnter Masse umgebenen am Anfange des Stiels sitzenden Kern. Der übrige Zellleib ist blass, homogen, von einer Membran umeben und quillt oft am freien Ende aus der Zelle heraus. Die entleerten der halbentleerten Zellen hat man zweckmässig mit Düten verglichen.

Die sämmtlichen Cylinderzellen stehen senkrecht zur Basalmembran. n engen Schläuchen und Röhren besteht dieses Epithel aus dicht ebeneinander stehenden cubischen Zellen, die rundliche oder ovale Kerne enthalten und nicht selten die Form der sogen. **Stäbchenzellen** nnehmen (Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, Harnkanälchen etc.), eren Zellleib entweder in toto, oder nur in der der Basalmembran ugekehrten oder abgewandten Partie deutlich längsgestreift erscheint, elche Erscheinung man als den Ausdruck einer stäbchenartigen Differenzirung des Zellkörpers betrachtet.

Die **geschichteten Cylinderepithelien** bestehen in der obersten Zelllage us denselben Elementen wie die einschichtigen. Dieser Zellschicht itzen nach unten verschieden gestaltete, z. B. kegelförmige mit der Spitze nach oben ekehrte, oder spindelförmige und dergl. Zellen an, welche die Zwischenräume wischen den verjüngten Enden der Zellen der oberen Lage ausfüllen. Darauf folgen nehrere oder eine Lage fast kugeliger Zellen, die sich mit oder ohne Basalfortsätze n die Basalmembran anlegen.

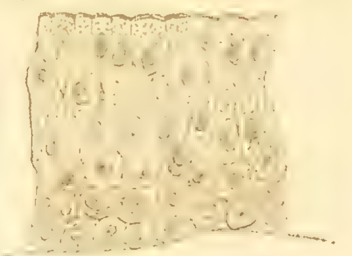


Fig. 54.

C. Das Flimmerepithel.

Dieses Gewebe zeichnet sich dadurch aus, dass sich auf seiner Oberfläche zarte, feine, haarartige structurlose, im Zellleibe entspringende Gebilde (Cilien, Wimpern) befinden.

Vorkommen. Das Flimmerepithel findet sich in allen den Höhlen und Canälen, wo Flüssigkeiten oder sehr kleine und leichte Körper

fortbewegt werden müssen; so in den Fallopi'schen Tuben zur Fortbewegung der Eizelle, im Uterus, in der Nasenhöhle (z. Th.), in den Sinus der Kopfknochen, in der Rachenhöhle (z. Th.), dem Kehlkopf, der Trachea, den Bronchien, in den Thränencanälen, im Centralcanale des Rückenmarks, in der Paukenhöhle und den Eustachischen Tuben.

Bau. Nach der Form und Lagerung der Zellen unterscheidet man ein einschichtiges Platten-, ein ein- und ein mehrschichtiges Cylinderepithel. Das erstere kommt nur an wenig Körperstellen vor: in den Gehirnkammern, der Paukenhöhle und an der Innenfläche des Trommelfells. Die Zellen zeigen denselben Bau, wie die Epithelzellen überhaupt.

Die **Cilien,** die 0,0035—0,005 *mm* lang, selten länger sind, sitzen beim Cylinderepithel in der Zahl von 15—20 auf dem Scheitel resp. der Basalfläche der kegelförmigen Zellen. Sie sind regelmässig und oft so angeordnet, dass bei ihrer schwingenden Bewegung die eine Cilie in eine Lücke zwischen den beiden Vorder- und Hintercilien hineinschwingen kann. Die Wimperhärchen sind an der Spitze dünner als an der Basis, wonach man an jeder Cilie einen Bulbus und einen Schaft unterscheidet. Mit dem Bulbus sitzen die Härchen auf einem dunkel erscheinenden Saum. Nach Engelmann stellt dieser sogen. Saum eine Mosaik von kleinen, isotropen stäbchenförmigen Elementen dar, die den Cilien als Fussstücke dienen. Die Fussstücke sind nun aber mit dem Cilienbulbus nicht direct, sondern durch schwächer lichtbrechende, heller erscheinende Zwischencylinder, die wenig resistent und leicht zerstörbar sind, verbunden. Deshalb brechen die Cilien leicht an dieser Stelle ab. Bulbus und Schaft sind doppelt-, Fuss- und Zwischenstück einfach-lichtbrechend. Die Cilien tingiren sich durch Farbstoffe stärker als die Zwischenstücke. Sie setzen sich in die Zellen fort (Cilienwurzeln) und geben dem Zellstroma ein langsfaseriges Ansehen. Die Wurzelhärchen convergiren häufig nach unten und fliessen dann in einen Cilienwurzelstamm zusammen, der sich gegen den Zellfuss in einer Faser, die unmerklich endet, verliert. Der Fadenapparat der Zelle zeigt aber ein verschiedenes Verhalten, der Wurzelstock kann ganz fehlen u. s. w.

Das **einschichtige flimmernde Cylinderepithel** gleicht dem einschichtigen Cylinderepithel in der äusseren Gestaltung, nur dass die Zellen den Cilienbesatz an der Scheitelseite besitzen. Ebenso ist das **mehrschichtige Flimmerepithel** dem mehrschichtigen Cylinderepithel ähnlich. Nur die kegelförmigen oder cylindrischen Zellen der obersten Schicht tragen einen Wimperbesatz. Diese Flimmerzellen verlängern sich nach unten in ein oder mehrere Fortsätze, welche das Epithel in der ganzen Dicke durchsetzen, sich am unteren Ende in eine kleine Pyramide oder Platte verbreitern und an der Basalmembran enden. Diesen obersten Zellen schliessen sich in der zweiten Lage keilförmige Zellen an, die keine Cilien, der Regel nach aber Basalfortsätze besitzen, dann folgt eine dritte Lage von Zellen (Basalzellen, Flügelzellen, facettirte Zellen). Diese haben verschiedene Gestalten und füllen die Räume zwischen den Fortsätzen der anderen Zellen aus; zwischen und unter ihnen, in ihren Buchten und Facetten liegen kleine, kugelige oder ovoide Zellen von wechselnder Grösse, mit ovalen Kernen (Rudimentzellen, Lott, Drasch). In den mittleren und oberen Lagen findet man auch Becherzellen,

welche Drasch als Vorläufer und Entwickelungsstufen der Flimmerzellen ansieht.

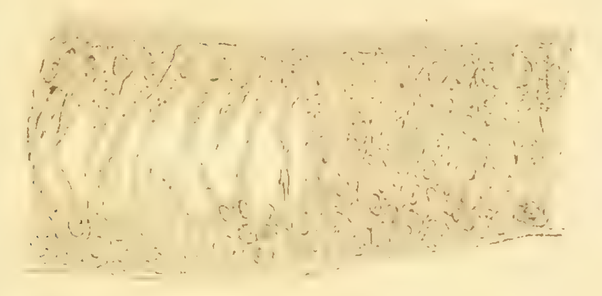


Fig. 55. Mehrschichtiges Flimmerepithel.

Die Functionen der Epithelien sind je nach dem Orte des Vorkommens und der Art der Zellen verschieden; so haben sie entweder eine nutritive oder secretorische, oder resorbirende, oder schützende, deckende und bewegende Function. In den Epithelzellen mit nutritiver Bedeutung findet man Fett, Glycogen, Schleim u. dgl, auch dürfte hierher die intracelluläre Verdauung zu rechnen sein, die man bei einigen Epithelien beobachtete. Als secernirende Gebilde sind die Epithelien entweder in der Weise thätig, dass sie gewissermassen nur Filter für das Blut darstellen und dabei eventuell nur attrahirend auf einzelne Blutbestandtheile wirken, oder in der Weise, dass sie einen Theil des Secretes, z. B. Fermente, Schleim u. dgl. selbst produciren. Die resorbirenden Epithelien leisten diese Function entweder mechanisch durch directes Aufnehmen der betreffenden Stoffe mit pseudopodienartigen Fortsätzen (Stäbchen der Darmepithelien) oder sie dienen den zu resorbirenden Flüssigkeiten nur als Filtrirapparate. Eine mechanisch bewegende Function entfalten die Flimmerzellen. Diese sind während des Lebens in fortwährender schwingender Bewegung (Flimmerbewegung). Die Bewegung einer mit Wimpern besetzten Fläche gleicht derjenigen eines vom Winde stossweise und rhythmisch getroffenen Kornfeldes und besteht demnach in einem rhythmischen Neigen und Heben der Härchen, welche von einer Seite der betreffenden Fläche beginnt und über die ganze Fläche vorschreitet. Die neigende Bewegung findet in der Regel stets nach derselben und zwar der der Oeffnung der die Zellen beherbergenden Höhle entgegengesetzten Richtung statt. Das nach dem Neigen in Folge der Elasticität der Härchen rasch und energisch unter Freiwerden der Spitze erfolgende Erheben geschieht gegen die ausführende Oeffnung. Dabei schlägt die Spitze kräftig gegen etwa vorhandene fremde Körper (Zellen, Schleimflöckchen) und wirft sie den nächsten Härchen zu, die in gleicher Weise mit ihnen verfahren. Jede Cilie schwingt in der Secunde 3—5 Mal und leistet dabei Arbeit. So werden schädliche und überflüssige Stoffe aus den Höhlen und Canälen entfernt, (z. B. Schleim-, Kohlenpartikelchen, Krankheitsprodukte aus den Respirationsorganen) und andere bewegungslose Körper an die geeignete Stelle hingeschafft (das Ei aus den Tuben in den Uterus). Die Flimmerbewegung erhält sich nach dem Tode der Thiere oft noch 24—48, ja bis 72 Stunden und kann durch verdünnte Alkalien angeregt werden (Virchow). Die schützende und deckende Function der Epithelien kommt bei allen Deckepithelien in Betracht. Selbst die weichsten und dünnsten Epithelien schaffen einen Schutz für die unterliegenden Theile (z. B. gegen das Eindringen von Bacterien, Micrococcen). Die schützende und deckende Eigenschaft wird zum Theil auch noch durch das Secret, welches sie selbst liefern, erhöht. Gegen grobe Einwirkungen schützt die Epidermis und das mehrschichtige Plattenepithel in Folge der Verhornung der obersten Schichten. Die fortwährende Abschuppung dieser Epithelien sorgt auch

dafür, dass Schmutz, Krankheitserreger etc., die in die obersten Schichten eingedrungen sind, entfernt werden. Eine ganz besondere Function haben die Pigmentzellen der Retina, welche dazu bestimmt sind, den Sehpurpur zu erzeugen und zu ersetzen und Licht aufzusaugen.

Entstehung, Wachsthum, Wiederersatz und Lebenslauf der Epithelien. Die Epithelzellen entstehen direct aus den Keimzellen (Furchungszellen), verlothen sich gegenseitig und bilden zusammenhängende Schichten. Sie stammen nach der gewöhnlichen Anschauung aus dem äusseren oder inneren Keimblatte, und sollten nach Flemming demnach in Ecto- und Enterocyten unterschieden werden. Nach dieser Ansicht kann man nur solche Zellen als Epithelzellen bezeichnen, die ecto- oder entodermalen Ursprunges sind. Nach Waldeyer kann auch der Mesoblast Epithelien bilden. Er nimmt an, dass alle archiblastischen Theile des Embryo Epithelien erzeugen können. Da nun der Archiblast alle drei Keimblätter (das Epi-, Meso- und Hypoblast) bildet und in den Mesoblast erst später die parablastischen Elemente hineingelangen, so dienen alle drei Keimblätter zur Bildung der Epithelien. Der Mesoblast dürfte allerdings wesentlich Enchymepithelien bilden. Die speciellen Eigenschaften verdanken die Epithelzellen den local bestehenden Einflüssen (Druck durch Flüssigkeiten und Organe, Zug durch Dehnungen, Zug und Spannung durch Flächenkrümmung, Durchfeuchtung, Eintrocknung etc.) und der Anpassung an die übernommene Arbeit. Wie entscheidend mechanische Verhältnisse auf die Zellformen sind, ist vielfach experimentell nachgewiesen worden. Es demonstriren dies auch namentlich die Zellformen der mittleren Lagen geschichteter Epithelien und die Inseln von mehrschichtigem Plattenepithel, die man im Flimmerepithel gefunden hat. Bei der genannten Entstehung des Deckepithels ist es selbstverständlich, dass dasselbe die äussere und innere Oberfläche des Embryo bekleidet. Nun kommt es aber bei der vorschreitenden fötalen Entwickelung des Thierkörpers nicht selten zu Einstülpungen der Oberflächen, an welchen sich das Epithel betheiligt, oder welche dasselbe selbst vornimmt. Dabei kann es vorkommen, dass sich solche Einstülpungen, die in das Mesoderm hineinragen, abschnüren, indem sie vom Mesoderm total umwachsen werden. Wir finden dann beim ausgebildeten Thiere Epithelialgebilde, die vom Mutterboden vollkommen getrennt und von anderen Geweben rund umgeben sind (Linse, Eierstock).

Sobald die embryonale Enstehung der Epithelmembranen erfolgt ist, findet die weitere Entwickelung und Vergrösserung nicht durch neue von aussen kommende, sondern durch Wachsthum und Vermehrung der eigenen Zellen statt. Die Epithelmembranen geben den Sitz für Zellneubildungan ab. Das Wachsthum mit Zellneubildung besteht aber nicht nur während des fötalen Lebens, sondern es findet auch nach der Geburt, weil in den Epithelhäuten bestehende Zellen zu Grunde gehen, degeneriren, abgestossen werden u. s. w., fortwährende Neubildung von Zellen statt. Der anhaltende Wechsel zwischen Bildung und Untergang von Zellen bedingt das Gleichbleiben der Epithelmembranen. Der **Untergang** der Epithelien findet namentlich durch Verhornung, schleimige Degeneration und Verfettung statt. Der Verhornungsvorgang läuft in den oberen Schichten des Plattenepithels ab; als erstes Zeichen der beginnenden Verhornung erscheinen in den obersten Zellen der mittleren Lagen dunkle Körnchen, die in höheren Lagen verschwinden und sich in eine helle, erhärtende Substanz umwandeln. Dabei schwinden die Stacheln (resp. Fasern) der Zellen. Der ganze Zellleib degenerirt allmälig hornig und wandelt sich in das schwefelreiche Keratin um. Der Kern schrumpft und schwindet, indem die Zelle stirbt. Bei der schleimigen Degeneration wird der periphere Theil der Zellsubstanz in Mucin umgewandelt, dadurch wird der Zellleib hyalin, durchsichtig und bildet sich, indem das Mucin aufquillt und eine Seitenmembran der Zellen entsteht, die bekannte Becherzelle, in der das Mucin in einem feinen Netzwerk von Zellsubstanz liegen soll. Bei

er fettigen Degeneration treten feine Fettkörnchen in dem Zellleibe auf, die sich ermehren, bis der Zellleib schwindet und die Zelle zerfällt.

Der **Ersatz** der in dieser oder in anderer Weise in den oberen Lagen zu Grunde ehenden Zellen (Regeneration) findet von den jungen Zellen der unteren Schichten Keimstätte) statt. In der Basalschicht bilden sich fortwährend neue Zellen, welche 1 die oberen Schichten vorrücken. Die Art und Weise dieser Zellbildung ist noch rreitig (cf. geschichtetes Plattenepithel). Nach Drasch, Lott, Krause u. A. können ch beim Abreissen des Stieles der gestielten Basalzellen aus dem zurückbleibenden ernlosen Rudimenten (Fussplatten) neue Zellen bilden. Nach Flemming u. A. entstehen die neuen Zellen hier sämmtlich auf dem Wege der indirecten Theilung (Karyoinese). Stricker will auch endogene Zellzeugung noch in höheren Schichten gesehen aben. Eine Betheiligung von Wanderzellen bei der Epithelbildung ist noch von keiner eite mit Sicherheit nachgewiesen worden. Dagegen ist ein anderer Vorgang vielfach ı beobachten, der darin besteht, dass bei der Schleimbildung der Zellen nicht die anze Zelle degenerirt und zu Grunde geht, sondern nur der periphere Theil, und ass ein Theil des Zellleibes mit Kern zurückbleibt, von dem aus die Neubildung er Zelle erfolgt. Erwähnenswerth dürfte noch sein, dass die embryonalen Epithelellen mit der Fähigkeit der Amöboidbewegung ausgestattet sind (Graber). Bei dem Ersatz der normaliter zu Grunde gehenden Epithelien lassen die einzelnen Zellen atürlich einen bestimmten **Lebenslauf** erkennen. Die neu entstehende Zelle ist eine 1. o. w. kugelige Protoblaste (die vielleicht aus einer kernlosen Autoblaste auf dem Vege der freien Kernbildung entstanden ist). Durch Wachsthum in der Richtung on der Matrix gegen die freie Fläche verlängert sich diese Zelle und wird zur Flügel- oder Cylinder- oder nach Drasch zur Becherzelle. Durch weiteres Vorrücken nach oben entsteht ie Keulen-, oder Kegel- oder Keilform etc. resp. die gestielte Basalzelle. Beim Cylinderpithel sind dies nun die oberflächlichsten Zellen, die eventuell nunmehr Cilien bilden, der schleimig degeneriren etc. Beim mehrschichtigen Plattenepithel werden diese ohen Zellen (vielleicht während sie sich in der Theilung befinden) durch Druck von unten achschiebenden Zellen weiter vorgeschoben und verlieren schliesslich jegliche Verindung mit der Basalmembran; nun beginnt die Zelle trockener zu werden, es treten erinnungen in ihr auf (Oikoblaste), sie wird zusammengedrückt, bekommt Druckeisten u. dgl. Bald werden diese sich abplattenden Zellen zu Riffzellen. Indem diese 1 die obersten Schichten eintreten, verlieren sie die Eigenthümlichkeiten, welche sie ls Riffzellen characterisiren und nehmen je nach dem Fundort verschiedene Eigenchaften an.

Nicht selten kommen während des Lebens durch gewaltsame Eingriffe stärkere Epithelverluste vor. Bei diesen erfolgt die Regeneration entweder von den etwa urückgebliebenen tieferen Lagen aus, oder, und dies namentlich beim einschichtigen pithel immer, von den benachbarten Zellen, von den Seiten Die Neubildung erfolgt ann natürlich im erhöhten Masse. Bei jedem gesteigerten Epithelverbrauche steigert ich auch die Neubildung. Das Material zu den Neubildungen liefern die an der Basalnembran liegenden Blutgefässe. Bei der Reproduction von Flimmerepithel, vie sie z. B. nach dem Abschaben dieses Epithels von lebenden Membranen eintritt, eobachtet man folgende Stadien der Entwickelung: Es entsteht 1. einfaches Plattenpithel. Dies wird 2. zu einfach flimmernden Plattenepithel; dies wird 3. zu geschichteten Platten und endlich 4. zum geschichteten flimmernden Cylinderepithel.

Manche Epithelien sind leicht, manche schwer ablösbar und soll sich dies nach em Vorhandensein oder Fehlen eines subepithelialen Endothels richten. Wo das Endothel zugegen ist, lösen sich die Zellen leicht ab, wo es fehlt, schwer. So bleiben . B. beim Ablösen der Epidermis stets die untersten Zellschichten sitzen.

D. Die epithelialen Bildungen.

Zu den epithelialen Bildungen sind zu rechnen: alle Drusen, die Neuroepithelien, die Epidermoidalgebilde (Haare, Hufe, Klauen u. dgl.), die Schmelzsubstanz der Zähne und die Substanz der Linse des Auges. An diesen Stellen sollen nur die beiden letzt genannten Substanzen ganz im Allgemeinen besprochen werden.

1. Die Schmelzsubstanz der Zähne (cf. Verdauungsapparat).

Der Schmelz der Zähne liegt mützenartig auf der Krone derselben auf und stellt das versteinerte Epithel der Zahnsubstanz dar. Die Zahnkrone ist allseitig von der Schmelzsubstanz, die sich in der Regel auch in die etwa vorkommenden Vertiefungen einstülpt, bedeckt.

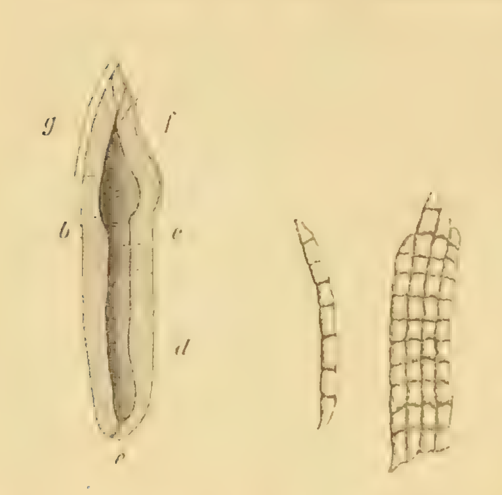


Fig. 56 Längsschnitt durch einen Rindsschneidezahn. g u. f Schmelzlage.

Fig. 57. Schmelzfasern eines Kalbszahnes.

Bau. Der Zahnschmelz besteht aus sechsseitigen, langen dünnen verkalkten Fasern, den sogen. Schmelzprismen, die dicht aneinander liegen, leicht gebogen und gewunden verlaufen, und ein quergebändertes Ansehen zeigen. Letzteres ist entweder durch regelmässige Einbiegungen bedingt oder rührt von der Kreuzung der Fasern her. Die Schmelzprismen verlaufen bündelweise. Die Prismenbündel durchkreuzen sich zwar zuweilen, verlaufen aber im Grossen und Ganzen von der Zahnbeinsubstanz zur Oberfläche des Zahnes, sodass die Schmelzprismen der Reibefläche aufrecht (senkrecht in die Höhe) stehen. Nach den Seiten (resp. den Rändern) des Zahnes hin, wird die Richtung derselben eine schräge und an den Seitenwänden eine querverlaufende. Diese Hauptschichten werden durch anders verlaufende Bündel durchkreuzt. Peripher kommen vielleicht auch Prismenbündel vor, deren Fasern die Zahnbeinsubstanz, gegen die sie gerichtet sind, gar nicht erreichen. Hier findet man auch längliche Lücken zwischen den Prismen.

Nach aussen liegt auf der Schmelzsubstanz eine structurlose spröde, fest anliegende und sehr resistente Cuticula (Schmelzoberhäutchen).

Die Schmelzsubstanz ist dadurch entstanden, dass die dicht nebeneinander stehenden cylindrischen Epithelzellen sich durch Streckung und Wachsthum zu Fasern verlängert haben und dass dann an diesen von der Peripherie gegen die Axe vorschreitend ein Verkalkungsprocess eingetreten ist.

2. Das Gewebe der Krystalllinse des Auges.

Die weiche, leicht zerdrückbare Linsensubstanz besteht aus den sogen. Linsenfasern. Es sind dies lange, schmale, sehr weiche und biegsame Bänder von hyalinem Aussehen, glatten oder fein gezähnelten, parallelen Rändern und

latter Oberfläche. Während die centralen Linsenfasern kernlos sind, emerkt man in den oberflächlich gelegenen Fasern, die etwas breiter ls die tieferen sind, einen flachen, elliptischen, scharf begrenzten Kern.

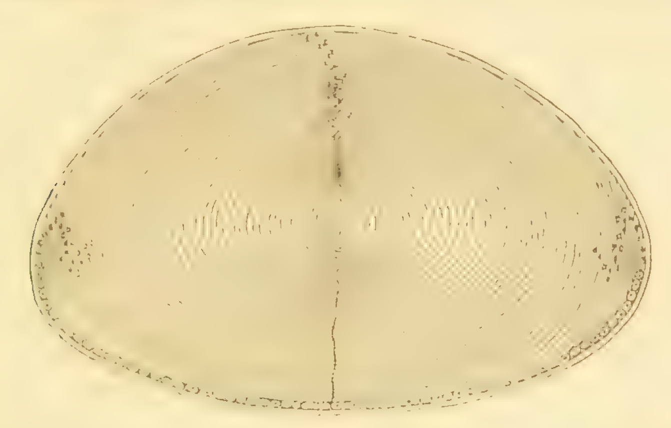


Fig. 58. Meridionalschnitt durch die Axe der menschlichen Linse (Babuchin).

velcher sich in der dem Aequator nahen Partie der Faser (Kernzone) efindet. Die Linsenfasern stellen sechseckige Bänder dar, die sich gegenseitig direct berühren und fest aneinander haften und die an ihren nden eine schaufelartige Verbreiterung zeigen. Ob die Fasern solid ind, oder Röhren darstellen, die aus einer zarten hyalinen Hülle und inem flüssigen Inhalte bestehen, ist noch streitig. Jede Faser dürfte ls eine unter Streckung in die Länge gewachsene Epithelzelle anzuehen sein. Diese Anschauung erscheint vollkommen begründet, wenn nan die fötale Entstehung der Krystalllinse berücksichtigt. Die Krystallinse ist von einer festen structurlosen, elastischen, spröden Membran mgeben, deren Innenfläche vorn mit Epithel bekleidet erscheint. Dieses

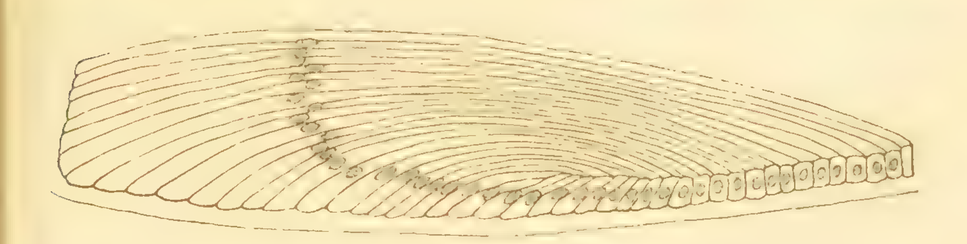


Fig. 59. Uebergang des Epithels in die Linsenfasern. Meridionaler Schnitt durch den Rand der Kaninchenlinse (Babuchin).

besteht aus sechsseitigen platten Zellen, die gegen den Aequator der Linse hin immer länger und länger und schliesslich zu Linsenfasern werden. Das Nähere über den Bau der Linse siehe unter »Sehorgan«.

2. Das Endothelgewebe (Binnenepithel).

Dieses Gewebe bildet einen ausserordentlich dünnen, zarten, hautartigen Belag auf gewissen Häuten und Geweben.

His hat dasselbe vom Epithelgewebe getrennt und ihm namentlich genetisch eine andere Stelle angewiesen, indem er dasselbe als eine mesodermale und wohl auch parablastische Bildung erklärte. Huxley, Hertwig, v. Beneden, Paladino u. A. bestreiten den genetischen Unterschied zwischen Endothel und Epithel. Da auch in der Morphologie beider Gewebe kein Unterschied sein soll, wird das Endothelgewebe von vielen Autoren noch heute als einschichtiges Plattenepithel beschrieben.

Vorkommen. Das sogen. Endothelgewebe tapezirt die Innenfläche der Wände derjenigen Höhlen aus, welche vollkommen abgeschlossen sind und mit der Aussenwelt nicht communiciren, und welche als Spaltbildungen des mittleren Keimblattes betrachtet werden. Zu diesen Binnenhöhlen rechnen die meisten Autoren, 1. alle serösen Räume (Bauchhöhle, Brusthöhle, Pericardialhöhle, Augenkammern etc.), 2. alle synovialen und verwandten Räume (Gelenkhöhlen, Schleimbeutel, Sehnenscheiden etc.), 3. die Räume des Blut- und Lymphgefässsystems (Herzhöhlen, Arterien, Venen, Capillaren, Lymphgefässe, Lymphräume). Waldeyer fasst die gesammte Cölombekleidung (den Zellbelag des Peritonäums und der Pleura) als eine echt epitheliale auf (ähnlich Kölliker). Nach ihm stellen echte Binnenräume nur die Höhlungen des Gefässapparates, die Gelenkhöhlen, die Sehnenscheiden und Schleimbeutelräume, die Lymphräume um das Centralnervensystem und die des Bulbus oculi, sowie des inneren Ohres dar und ist nur ihre Zellbekleidung als endotheliale und parablastische zu betrachten. Die vergleichende Anatomie resp. Entwickelungsgeschichte beweist nach meiner Ansicht die Richtigkeit der Waldeyer'schen Anschauung.

Nach Anschauung einiger Forscher soll auch unter dem Epithel gewisser Körpertheile, z. B. des Darms, der Harnblase, der Bronchien Endothelgewebe als subepitheliales Endothel (Debove) vorkommen. Auch wird von manchen Seiten das Vorkommen von Endothel im Saftkanalsystem des Bindegewebes behauptet. Ja, manche Autoren fassen überhaupt die platten Bindegewebszellen, z. B. die der Bekleidung der Sehnenfasern, als Endothelzellen auf. Das Vorkommen des subepithelialen Endothels wird von vielen Seiten geleugnet. His u. A. glauben, dass es Lymphräumen angehört, die an der Basalmembran resp. in den Darmzotten u. s. w. liegen

Bau der Endothelhäutchen und Eigenschaften ihrer Zellen. Die Endothelhäutchen bestehen aus ganz platten, schüppchenartigen, hellen, durchsichtigen, fast homogenen Zellen, die in einer Lage dicht nebeneinander liegen und eine verbindende Masse in geringer Menge zwischen sich haben. Die Verbindung der Endothelzellen scheint während des Lebens nur locker zu sein, da der Kitt nach Arnold und Thoma eine flüssige oder zähweiche Masse darstellt, welche den Durchtritt körniger und gelöster Farbstoffe gestattet. Demnach ist die Lage der Endothelzellen keine unabänderliche, sondern die Zellen können sich untereinander verschieben. Zwischen den Zellen kommen nicht selten Verbreiterungen der intercellulären Substanz vor. Behandelt man nun das Endothel mit Silber, dann färbt sich die intercelluläre Substanz schwarz und erscheint in Form von oft geschlängelt oder auch gerade verlaufenden Zwischenzelllinien; die Verbreiterungen erscheinen als breitere schwarze Flecke und werden Stomata, Stigmata, Schaltplättchen genannt. Diese Flecke

:eten zum Theil nur als Verbreiterungen der schwarzen Linie auf r Fig. 60), zum Theil aber erscheinen an bestimmten Stellen auch rössere, unter Umständen mit Zellen (Leucocyten) verstopfte Spalten › Fig. 60). Die Natur der Verbreiterungen des Intercellularraumes ist



Fig. 60. Endothelgewebe.

icht überall die gleiche, zum Theil sind es freie Oeffnungen und palten, zum Theil aber sind es auch einfache Verbreiterungen des ntercellularen Kittes siehe hierüber die Kapitel über Capillaren und ymphgefässe).

Die Endothelzellen besitzen einen meist ellipsoiden, abgeplatteten, ft central liegenden Kern und eine m. w. glatte Oberfläche. Ihr Rand ist eben oder gebuchtet, oder gezackt und gezähnelt. Der Zellleib st ganz durchsichtig, sehr dünn, durchgängig für Serum, ohne secre-orische Functionen und auf Reize ungemein empfänglich. Paladino vill in dem Zellleibe auch eine Scheidung in Hyalo- und Polioplasma onstatirt haben.

Die Gestalt der Zellen ist ver-chieden je nach den Flächen, auf enen sie vorkommen; sie richtet ich z. B. nach der Breite der Binde-ewebsbalken des Netzes, die sie ekleiden, nach der Krümmung der ekleideten Flächen, nach der Grösse und Form der Höhlen und Canäle etc.

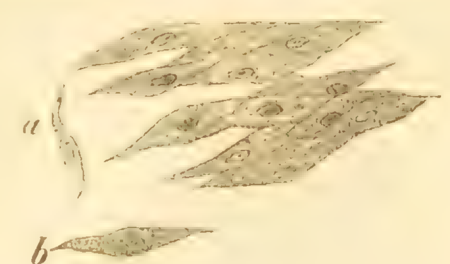


Fig. 61. Formen von Endothelzellen.

An der Innenfläche des Herzens sind die Zellen polygonal, in den Arterien verden sie um so länger und schmaler, je enger die Gefässe werden; also sind sie ı den Capillaren ganz schmal und eng, oft spindelförmig. In den Venen ver-reitern sie sich wieder mit der Vergrösserung des Lumens. In den Lymphgefässen ind die Zellränder stumpf gezahnt; in den Lungen zeigen sie verschiedene Gestalten, ind aber nicht so lang wie in den Capillaren und zeichnen sich dadurch aus, das

der Kern stets excentrisch an einem Rande oder in einem Winkel liegt; in der Bauchhöhle sind sie verschieden gestaltet, meist polygonal, auf den Balken des



Fig. 62. Formen von Endothelzellen. Fig. 63. Formen von Endothelzellen.

Netzes erscheinen die Zellen oft wie Hohlziegel, der Formung der Balken gemäss eingekrümmt, oder sogar als Röhren, indem sie sich um einen ganz dünnen Balken so rollen, dass sich ihre Seitenränder erreichen, so dass sie eine röhrenartige Scheide bilden. Die subepithelialen Zellen im Darmkanal sind grosse, platte, polygonale Zellen mit unregelmässig gezacktem Rande, während die der Harnblase und der Bronchien einen geradlinigen Rand besitzen.

Bei Amphibien und anderen Wirbelthieren besteht das Endothel des Cöloms oft aus hohen, saftigen und nicht selten aus Flimmerzellen. Paladino will auch bei Säugethieren Endothelzellen mit rudimentären Wimpern gefunden haben. Dieser Forscher beobachtete auch amöboide Bewegungen des Kerns der Endothelien. An den von mir untersuchten Endothelzellen des Pferdes waren diese Bewegungen nicht zu beobachten. Auch habe ich eine wirkliche Structur in den Endothelzellen nicht nachweisen können. Nach der von mir für richtig gehaltenen Anschauung von Waldeyer würden die an den Endothelzellen des Cöloms gemachten Beobachtungen auf Epithelzellen zu beziehen sein.

3. Das Embryonalgewebe.

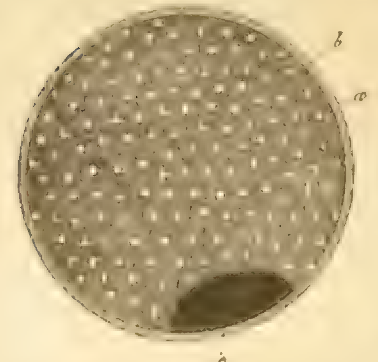


Fig. 64. Zellen des Blastoderms.

Dieses Gewebe findet sich in den Keimblättern und überall im Embryo, wo neues Gewebe entsteht. Es besteht aus membranlosen, bewegungsfähigen, weichen, im Ruhezustande kugeligen, kernhaltigen Zellen, die ohne festeren Zusammenhang und ohne das Vorhandensein einer Kittmasse aneinander liegen. Durch den gegenseitigen Druck, den die Zellen aufeinander ausüben, wandelt sich ihre Kugelgestalt in die polyedrische Form um.

II. Die flüssigen Gewebe.

Die hierher gehörenden Gewebe erscheinen als Flüssigkeiten und werden gewöhnlich auch als solche bezeichnet. Sie entstammen dem Parablasten, besitzen keine bestimmte Form und Gestalt und bestehen aus einer intercellulären Flüssigkeit und zelligen Elementen, welche in der ersteren schwimmen oder suspendirt in ihr erhalten werden und an welche ihre Lebenserscheinungen geknüpft sind. In der Kenntniss der Art und Weise der Genesis dieser Flüssigkeiten hat man wesentlich die Berechtigung gefunden, sie als Gewebe zu betrachten.

1. Die Lymphe.

Die Lymphe ist eine opalescirende, schwach gelbliche oder farblose, alkalisch reagirende Flüssigkeit, die unter gewissen Verhältnissen, Fibrin bildend, fest wird (gerinnt). Sie bespült alle Gewebe und Gewebselemente und findet sich ausser in den Lymphgefässen namentlich in den Spalträumen und Lucken der Bindesubstanzen als **Parenchymsaft** oder **Serum** (Cerebrospinal-, Augenkammerflüssigkeit u. s. w.). Die Lymphe bestheht aus geformten Elementen und flüssiger Intercellularsubstanz. Uns beschäftigen hier nur die ersteren, welche durch die sogen. Lymphzellen und die Elementarkörnchen repräsentirt werden. In den Hauptstämmen des Lymphgefässsystems erscheinen ausserdem noch rothe Blutkörperchen, aber in geringer Zahl. Die **Elementarkörnchen** sind entweder kleine eckige Albuminoid- oder rundliche Fettkörnchen. Ersteres sind vielleicht Zerfallsproducte der Blutplättchen.

Die **Lymphzellen.** Die eigentlichen in der Lymphe vorkommenden normalen Lymphzellen sind kleine, im Tode kugelige Zellen mit wenig gekorntem Zellleibe und einem einfachen rundlichen mit Kernkörperchen versehenem Kerne. Man betrachtet heut zu Tage die Lymphzellen als Zellen einer Gruppe identischer Gebilde die man als lymphoide Zellen, Leucocyten bezeichnet.

Die Leucocyten.

Vorkommen. Zu diesen Zellen gehoren: Die farblosen Blutkorperchen, die Lymphzellen, die Markzellen des Knochenmarks, die Speichelkorperchen, die Wanderzellen des Bindegewebes, die lymphoiden Zellen des adenoiden Gewebes, der Lymphfollikel und Lymphdrüsen. Die Leucocyten sind die Keimzellen (Rollet) aller parablastischen Gewebe (Waldeyer). Aus ihnen gehen die Zellen aller flüssigen Gewebe und aller Bindesubstanzen und der Endothelien hervor; sie spielen eine wichtige Rolle bei allen Regenerationen und Neubildungen, bei krankhaften Entzündungs- und Eiterungsprocessen und kommen sowohl als Verschlepper wie als Vertilger von Krankheitsgiften und Infectionsstoffen in Betracht.

Eigenschaften. Sie stellen im Ruhezustande rundliche, kugelige, weiche, farblose, klebrige, zellige Gebilde ohne Membran dar, die einen im

frischen Zustande häufig nicht sichtbaren blassen Kern (mononucleoläre) oder mehrere Kerne (polynucleoläre Zellen) enthalten. Bei Einwirkung von Wasser quellen sie auf, bekommen einen scharfen Contour und lassen die Kerne, welche auch durch Essigsäure, Jod und verschiedene Farbstoffe zur Anschauung gebracht werden können, deutlicher hervortreten. Der Zellleib ist entweder nahezu homogen oder schwach oder stark gekörnt. Die Granulation desselben ist sehr verschieden und

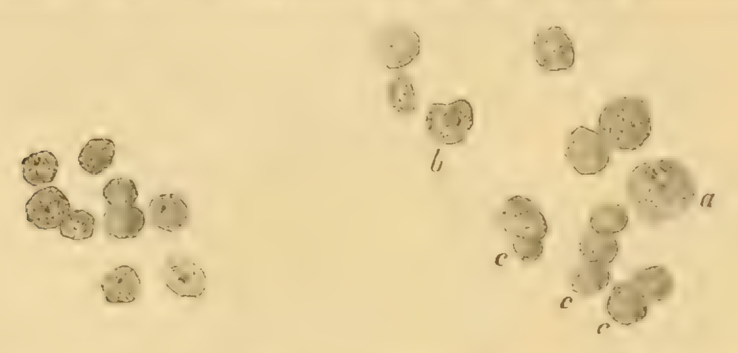


Fig. 65. Lymphoide Zellen. Fig. 66. Lymphoide Zellen.

die Granula sind verschiedener Natur, wie ihr Verhalten gegen Farbstoffe zeigt (Ehrlich). Es giebt Zellen mit Körnern, die sich in basischen (basophile, beim Frosch), solche, die sich in sauren (acido oder eosinophile) und wieder andere, die sich in neutralen Farbstoffen (neutrophile Körner) färben. Die Granula zeigen theilweise, namentlich bei Behandlung der Zellen mit destillirtem Wasser und Essigsäure lebhafte Molecularbewegung.

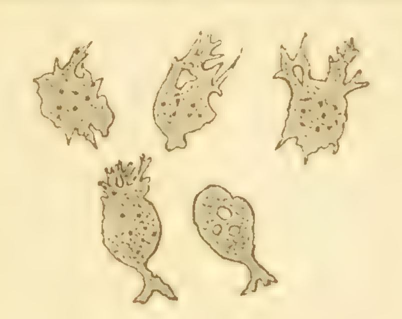
Wenn die Granula besonders gross und in reicher Zahl zugegen sind, dann spricht man wohl von Mastzellen (Ehrlich), wie ich sie 1879 im Blinddarm der Pferde gefunden habe. Die Körner stehen in einem Kranze um den Kern oder sie liegen unregelmässig, wie eingesprenkelt oder eingespritzt im Bindegewebe und bilden keinen begrenzten Zellkörper (cf. Bindegewebe).

Der Zellkern zeigt, namentlich wenn er vereinzelt in einer Zelle vorkommt, verschiedene Gestalten, er erscheint rundlich, bisquitförmig, cylindrisch, gebogen, wurstförmig und täuscht, wenn er gebogen ist oft das Vorhandensein zweier Kerne vor u. s. w.; dabei besitzt er das Vermögen der activen und passiven Gestaltänderung und der Reparirung der ursprünglichen Form und enthalt ein oder mehrere Kernkörperchen.

Die Grösse der Zellen wechselt ungemein und kommen Zellen der verschiedensten Grösse nebeneinander vor, z. B. beim Hund solche von 5—20 μ Durchmesser. Der Stoffwechsel der Zellen ist lebhaft und entziehen sie dem Plasma der Lymphe dem Parenchymsaft, dem Blutplasma etc., Fett, Glycogen u. s. w.

Der Zellleib ist mit der Fähigkeit der Amöboidbewegung hochgradig ausgestattet (Wharton Jones, Davaine), sodass die Zellen jede beliebige Gestalt annehmen können; sie platten sich ab, breiten sich in der Fläche bis zum Durchsichtigwerden aus, contrahiren sich partiell, senden fadenartige oder lappige Fortsätze aus, zeigen kugelartige Sarcode-Auswüchse, lassen einen inneren Fluss im Protoplasma

rkennen u. s. w. Die meisten Lymphoidzellen sind mit der Eigenschaft der Voracität usgestattet, d. h. sie nehmen alle möglichen festen Partikelchen (Kohlen-, Zinnober-artikelchen, Stücke von rothen Blutkörperchen . s. w.) mit Begierde activ in sich auf. Sie önnen sich auf dem Wege der Theilung urch Contraction und Abschnürung des Zell-ibes vermehren und vermögen selbst-tändige Locomotionen zu vollziehen. Sie migriren aus den Gefässen (Waller, Cohn-eim) und entwickeln dabei eine bedeutende raft, durchdringen z. B. Blutpfröpfe, ja sogar othe Blutkörperchen und wandern in poröse örper, z. B. Hollundermark ein. Die Leuco-yten durchwandern oft grosse Strecken und rscheinen mit Vorliebe an allen denjenigen ellen des Körpers, wo Reizung besteht und fremde Körper vorhanden sind. Sie urchschweifen die verschiedensten Organe, dabei aber ihren Weg in dem Binde-ewebe, resp. der interstitiellen Stützsubstanz derselben nehmend. Die Vornahme der esprochenen Bewegungen ist an gewisse Bedingungen geknüpft. So sollen die-elben nur stattfinden, wenn Sauerstoff zugegen, wenn eine bestimmte Temperatur nd das richtige Medium und wenn ein Stützpunkt gegeben ist, der die Sensi-ilität besitzenden Elemente zu Bewegungen anregt. Frei schwimmende oder suspen-rte Elemente verharren im sphärischen Zustande, bei Mangel von Sauerstoff hört e Bewegung auf und erlischt schliesslich unter Fettanhäufung im Zellleibe das Leben s. w. (cf. S. 75ff.). Da in der Lymphe wenig und im Blute viel Sauerstoff ent-ilten ist, so ist die Emigration der Leucocyten aus den Lymphgefässen nicht so edeutend als aus den Blutgefässen.


Fig. 67. Amöboidbewegung der Leucocyten.

Die Identität der verschiedenen in neuerer Zeit als Leucocyten in eine Gruppe ereinten Zellen wird noch von manchen Seiten bestritten (Virchow). Danach nterscheiden sich die Zellen wie folgt von einander: Die Lymphdrüsenzelle ent-ilt einen Kern, den wenig Zellsubstanz umgiebt. Letztere enthält weit auseinander egende Körner, der Zellleib ist brüchig, die Kerne werden leicht frei und durchsichtig. ie Grösse der Zellen wechselt, der Kern ist granulirt und enthält 1—3 Kernkörper-ien. Das farblose Blutkörperchen ist stark granulirt, maulbeerförmig und un-urchsichtig, enthält in der Regel mehrere nicht granulirte, sondern homogene Kerne, e hufeisenartig, kleeblattförmig oder doppelthufeisenartig angeordnet und central ver-ift sind und keine Kernkörperchen enthalten, sondern selbst wie diese aussehen. ie Milzzellen enthalten einen grösseren granulirten Kern mit Kernkörperchen; rössere Milzzellen enthalten auch mehrere Kerne.

2. Die Synovia.

Die Synovia ist eine schmierige, etwas fadenziehende, gelblich ge-rbte Flüssigkeit, die sich in den Gelenkhöhlen, den Schleimbeuteln nd den Höhlen der Sehnenscheiden findet und der Lymphe sehr nnlich ist, sich aber von dieser durch den Gehalt eines durch Essig-ure fällbaren, im Ueberschuss nicht löslichen Körpers, des Mucin, nterscheidet.

3. Der Chylus.

Der Chylus stellt eine Varietät der Lymphe vor und findet sich in n sogen. Chylusgefässen, die in der Darmwand entspringen. Diese

Flüssigkeit zeichnet sich vor der Lymphe dadurch aus, dass sie die in der Lymphe in geringer Menge vorkommenden Fettkörnchen in grossen Massen enthält und dadurch ein milchiges Aussehen bekommt. Jedes Körnchen besteht nach H. Müller aus einer eiweissartigen Hülle und einem sich in derselben befindenden Fetttröpfchen. Die Hülle verhindert, dass die kleinen Fetttröpfchen zu grossen zusammenfliessen; denn, wenn man der Lymphe Essigsäure zusetzt, sodass sich die Eiweisshüllen lösen und die Fetttröpfchen frei werden, dann fliessen diese mit anderen zu grossen Tropfen zusammen. An den Chyluskörnchen kann man die tanzende und schwingende sogen. Brown'sche Molecularbewegung bequem wahrnehmen.

4. Das Blut.

Das Blut enthält ein zelliges Element mehr als das Serum. In dem dem Lymphplasma ähnlichen Blutplasma findet man nämlich nicht nur farblose Lymphzellen, sondern auch noch gefärbte Elemente, die sogen. rothen Blutkörperchen in grosser Menge. Das Blut ist demnach Serum plus rothe Blutkörperchen, oder wie Joh. Müller sagt, das Serum ist Blut ohne rothe Blutkörperchen. Das Vorhandensein der rothen Blutkörperchen bedingt bei den Säugethieren die rothe Farbe des Blutes, weil sich in diesen Zellen ein Farbstoff, das Hämoglobin findet, welches in dicken Schichten roth erscheint. Zu Folge des Umstandes, dass der Farbstoff an feste Körperchen (zellige Elemente des Blutes) gebunden ist, stellt das Blut eine sogen. Deckfarbe dar.

Das Blutplasma ist eine eiweisshaltige Flüssigkeit, die, sobald sie nicht mehr mit der lebenden Intima der Gefässe in Berührung ist, gerinnt. Der Gerinnungsprocess findet in der Weise statt, dass sich im Plasma zarte Fibrinfäden, d. h. ausserordentlich feine, leicht zerbrechliche und sehr vergängliche, vielleicht aus kleinen dicht aneinander

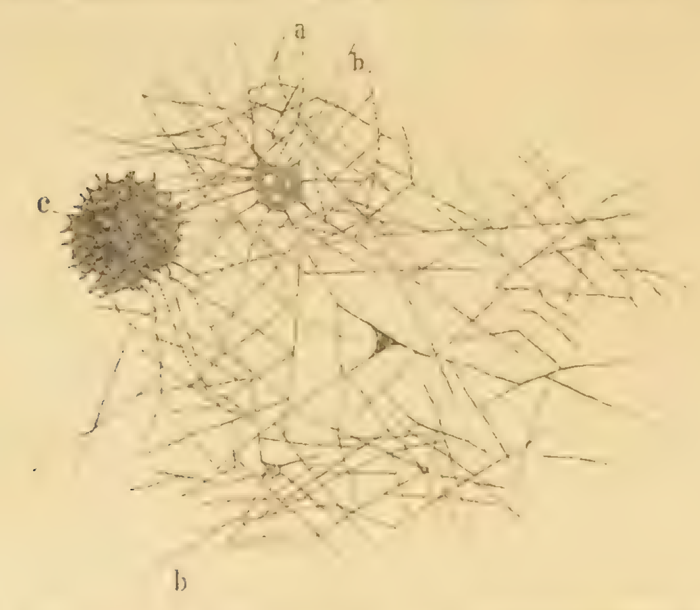


Fig. 68. Fibrinnetz mit Gerinnungscentren aus zusammengeklebten Blutplättchen.

-reihten Körnern bestehende Fädchen, in grosser Menge bilden und sich zu einem -ten, dichten Netz, an dessen Kreuzungspunkten sich oft eine eigenthümliche körnige -sse befindet, vereinigen. Kurze Zeit nach der Gerinnung contrahiren sich die Fäden -d pressen einen Theil der in den Maschen des Netzes befindlichen nicht geronnenen -utflüssigkeit, das Serum, aus sich heraus, wodurch das Netz dichter und die Fäden -deutlicher werden. Später zerfallen die Fäden in Körner. Bei der Gerinnung bleiben -e zelligen Elemente des Blutes natürlich in den Maschen des Fibrinnetzes hängen -d liegen dort in dem flüssig gebliebenen Blutserum. Die ganze geronnene Masse -lutkuchen) besteht sonach 1. aus einem zarten Fibrillennetze, 2. flüssiger -wischensubstanz und 3. eingelagerten Zellen (rothen und weissen Blut--örperchen).

Die rothen Blutkörperchen. Sie sind von Swammerdam 1658 beim -rosch, von Malpighi 1661 beim Igel und von Leeuwenhoek 1673 beim -enschen und vielen Thierarten gefunden worden. Alle echten rothen Blut--örperchen gehören den m. o. w. platten resp. den Scheibenzellen -n. Die Gestalt der Scheiben ist nach der Thierart verschieden und -nterscheidet man danach zwei Arten, die runden, biconcaven und -ie elliptischen biconvexen Blutscheiben. Die ersteren finden sich -ei allen Säugethieren mit Ausnahme der Tylopoden und bei den -yclostomen unter den Fischen und die letzteren bei allen anderen -irbelthieren. Die elliptischen Scheiben sind mit Ausnahme deren der -ylopoden kernhaltig und besitzen -ine beiderseitige centrale Erhöhung, -ährend die runden kernlos sind. -rotzdem müssen auch die letzteren -chon auf Grund ihrer Genesis als -chte Zellen betrachtet werden. In -inem früheren Stadium ihrer Ent--ickelung stellen die runden kern--osen rothen Blutkörperchen der -äuger, mit denen wir uns im Nach--olgenden wesentlich zu beschäftigen -aben werden, echte kernhaltige -rotoblasten dar.



Fig. 69. Ein ovales und ein rundes Blutkörperchen und deren Seitenansichten.

Eigenschaften. Die rothen Blutkörperchen sind weich, biegsam, -lastisch und besitzen eine glatte, schlüpfrige Oberfläche.

Gestalt. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes der -aussäugethiere erscheinen die rothen Blutkörperchen von der Fläche -gesehen, als kreisförmig begrenzte Gebilde von schwach gelblich-grün--icher Farbung. Stellt man das Objectiv scharf auf dieselben ein und -entfernt es dann etwas, dann sieht man, wie diese Körperchen einen -ell glänzenden Rand und einen dunklen Fleck in der Mitte erkennen -assen; bei der Naherung des Objectives wird der Rand dunkel und die -Mitte erscheint hell (a Fig 70). Von der Seite gesehen, erscheinen die--selben Korperchen länglich bisquitförmig (Fig. 70b). Diese Thatsachen -ergeben, dass die rothen Blutkörperchen Scheiben darstellen,

die beiderseits central vertieft sind und gewulstete Ränder besitzen. Diese Form der biconcaven Scheiben nennt man wohl auch die Teller- oder Napfform.



Fig. 70. Rothe und farblose Blutkörperchen, Vergrösserung $^{600}/_{1}$.
a) Rothe Blutkörperchen von der Fläche, *b*) von dem Rande aus gesehen, *c*) rothe Blutkörperchen zu geldrollenartigen Säulchen vereinigt, *d*) centrale Depression, welche die Bisquitform bedingt, *e*) rothe Blutkörperchen, welche Stacheln und Fortsätze besitzen, *f*) kleinere farblose Blutkörperchen, *g*) grössere farblose Blutkörperchen.

Nach Freer und Kollmann soll in der centralen Depression in der Mitte nochmals eine kleine Erhöhung vorhanden sein. Im strömenden Blute nehmen die Blutkörperchen durch Druck und Zug die verschiedensten Gestalten an, namentlich wenn sie auf die Kämme der Theilungsstellen von Blutgefässen geworfen werden, woselbst sie eine wurstförmige, handelförmige u. dgl. Gestalt erhalten. Sobald die Gestalt ändernden Kräfte nicht mehr wirken, stellen die Blutkörperchen vermöge ihrer Elasticität ihre gewöhnliche Scheibengestalt wieder her.

Farbe. Das einzelne Blutkörperchen erscheint leicht gelblich oder gelblich-grünlich gefärbt. Sobald mehrere übereinander liegen, tritt eine rothe Färbung hervor. Dieses Phänomen ist die Folge des Hämoglobingehaltes der Körperchen.

Das Hämoglobin ist dichroïtisch und wird durch Eosin ganz besonders schön gefärbt, so dass dieser Farbstoff als Reagenz auf Hämoglobin betrachtet werden kann. Die Farbe des Hämoglobin ändert sich je nachdem, ob Sauerstoff zugegen ist oder fehlt und je nachdem, ob andere Gase CO_2, CO, NO, SH_2 etc. auf dasselbe einwirken. Das Evertebratenblut ist zwar oft auch gefärbt (grün, blau, roth), trotzdem es keine rothen Blutkörperchen besitzt, der Farbstoff findet sich aber bei diesen Thieren in dem Plasma (Hämolymphe) und das Blut stellt nicht wie das der Wirbelthiere eine Deck-, sondern eine Lackfarbe dar.

Grösse. Die Blutkörperchen der Säugethiere sind sehr klein, die der Fische, Amphibien und Reptilien bedeutend grösser. Unter den Säuge-

ıieren haben das Wallross (0,01 *mm*), der Elephant und die Edentaten ie grössten; unter den Wirbelthieren überhaupt sind es die Perenniranchiaten (speciell Proteus anguineus und Amphiuma tridactylum), 'elche mit den grössten Blutkörperchen ausgestattet sind. Unter den 'ischen zeichnen sich die Dipnoer durch ganz besonders grosse Blutörperchen aus. Die kleinsten Blutscheiben soll Moschus (Tragulus) javaicus besitzen. Die bei den Haussäugethieren und bei dem Menschen nter den normalen vorkommenden besonders kleinen Blutkörperchen beim Menschen unter 4 μ werden als Microcyten und die besonders rossen (über 9 μ) als Macrocyten bezeichnet. Die normalen Blutörperchen des Menschen sind bis zu 7,7 μ breit und bis 1,9 μ dick.

Die Grössenverhältnisse bei einigen Thieren sind folgende. Der Durchmesser erselben beträgt:

beim Elephant	9,4 μ	bei der Katze	6,5 μ
„ Wallross	10,0 „	beim Pferd und Rind .	5,6 „
„ Mensch	7,7 „	„ Schaf	5,0 „
„ Hund	7,3 „	bei der Ziege . . .	4,1 „
„ Kaninchen . . .	6,9 „	beim Moschusthier . .	2,5 „

Beim Frosch beträgt der Längsdurchmesser 22 μ, beim Proteus anguineus 58 μ, bei Amphiuma tridactylum 75 μ. Bei Neugeborenen sind die Blutkörperchen beeutend kleiner als beim Erwachsenen. Das Gewicht der Blutkörperchen ist beim Menschen nach Welcker 0,00008 *mg*.

Grösse der Oberfläche. Die Oberfläche des einzelnen rothen Blutkörperchens st zwar sehr gering, die aller zusammen genommen dagegen sehr bedeutend. Man berechnet, dass die rothen Blutkörperchen des Menschen eine Oberfläche von fast 3000 *qm* haben und dass in einer Minute in der Lunge 81 Quadratmeter Oberfläche derelben mit der Luft in Berührung kommen (Welcker). Je grösser die Blutkörperchen und je geringer danach ihre Zahl ist, um so geringer ist ihre Oberfläche und haben die Körperchen der Amphibien eine viel kleinere Oberfläche als die der Säugethiere.

Zahl. Die Zahl der in einer bestimmten Menge Blut enthaltenen Blutkörperchen richtet sich in erster Linie natürlich nach der Grösse derselben. Bei den Vögeln ist allerdings trotz bedeutender Grösse auch eine sehr grosse Anzahl von Körperchen vorhanden. Bei den im Winterschlaf sich befindenden Thieren sinkt die Zahl bis auf $^1/_3$ der ursprünglichen Menge. Die Neugeborenen enthalten mehr Blutkörperchen als die Mutterthiere; die weiblichen weniger als die männlichen. Ein Cubikmillimeter Blut enthält

beim Menschen	4—5	Millionen	rothe	Körperchen,
bei der Ziege	9—10	„	„	„
beim Lamm	13—14	„	„	„
bei den Vögeln	1—4	„	„	„
bei den Fischen	$^1/_4$—2	„	„	„
beim Frosch	$^1/_2$	„	„	„
„ Proteus	—36	Tausend	„	„

Attraction. Die Blutkörperchen üben mit ihren Flächen eine nicht unbedeutende Attraction aufeinander aus, und lagern sich demnach gern mit den Flächen aneinander. Post mortem nehmen die Flächen, vielleicht durch Ausscheidung einer klebrigen fibrinosen Substanz eine klebrige Beschaffenheit an, sodass dann ganze Reihen von Blutkörperchen aneinander kleben und die Geldrollenform derselben bilden (Fig. 70*c*).

Structur. Ueber die Structur der rothen Elemente, namentlich darüber, ob sie eine Membran besitzen oder nicht, ist viel hin und her gestritten worden. Die überwiegende Mehrzahl der Autoren nimmt an, dass jedes Blutkörperchen aus einem farblosen, an Kalisalzen reichen Gerüst oder Schwammwerk besteht, welches peripher dichter ist als central, sodass eine Art gegitterte Hülle, aber keine geschlossene Membran entsteht. In den Maschen und Hohlräumen dieses Stroma befindet sich eine Flüssigkeit, in welcher der eisenhaltige Blutfarbstoff gelöst ist. Jedes Blutkörperchen gleicht also einem mit rother Flüssigkeit getränkten Badeschwämmchen. Ein Kern ist in diesem Gebilde nicht nachweisbar. Das Gerüst besteht aus elastischen und vielleicht contractilen Fäden. Sobald die Blutkörperchen in Folge irgend welcher Umstände zu Kugeln aufquellen, geben sie die gefärbte Zellflüssigkeit ab und damit wird das Blut lackfarbig. Der Farbstoff mischt sich dem Blutplasma bei und von den Blutkörperchen bleibt nur das farblose Gerüst zurück, wenn es durch das betreffende Reagenz nicht zufällig aufgelöst wird.

Controversen. Nach Arndt befinden sich im Innern der Körperchen noch Reste von der ursprünglichen Zellsubstanz, die sich unter gewissen Verhältnissen zusammenballen und einen Kern vortäuschen können. Nach Böttcher, Eberhardt, Stricker u. A. besitzen die rothen Blutkörperchen sämmtlich einen Kern. Nach Brücke besteht jedes Blutkörperchen aus einem leblosen, farblosen Gerüst (Oikoid) und belebter, den Farbstoff enthaltender Substanz (Zooid) u. s. w.

Lebensbedingungen, Lebenserscheinungen und Absterben der rothen Blutkörperchen. Zu den Lebensbedingungen der rothen Blutkörperchen gehört die normale chemische Zusammensetzung, die Gegenwart von Sauerstoff und Feuchtigkeit, eine bestimmte Temperatur u. s. w. Im entleerten und selbst defibrinirten Blute bleiben die Körperchen, wenn das Blut bald in den Kreislauf zurückkommt, lebend und ist überhaupt die Lebenszähigkeit dieser Elementartheile nicht unbedeutend; sie ertragen eine Erhöhung der Temperatur bis zu 50, ja 52° und lassen sich 4—5 Tage unter Eiswasser oder an kühlen Orten lebend aufbewahren, ehe sie sterben. Auch Parasiten und schädlichen Gasen setzen sie einen nicht unerheblichen Widerstand entgegen; dagegen vermögen sie ohne die Gegenwart von Sauerstoff nicht zu leben. Wenn die rothen Blutkörperchen mit Plasma dem thierischen Körper entnommen werden, zeigen sie, ehe sie sterben, manche Veränderungen in ihrer Gestalt. Sie bekommen Erhöhungen und Vertiefungen, auch niedrige Zacken an der Oberfläche (Maulbeerform), später werden die kleinen Zacken zu längeren, spitzen Stacheln (Stechapfelform). Einige werden mützen- oder handelförmig. Bis zu dieser Periode der Veränderungen sind die Körperchen noch lebensfähig; bleiben sie nun aber noch länger ausserhalb des Körpers (24 Stunden etc.), dann sterben sie, indem sie die Kugelgestalt annehmen und den Farbstoff verlieren. Diese Art der Veränderung tritt stets ein, sobald die Körperchen mit Wasser in Berührung kommen. Wodurch die beschriebenen Formveränderungen

bedingt werden, ob sie activer oder passiver Natur sind, ist noch zweifelhaft. Es steht aber fest, dass das Auftreten der Maulbeer- und Stechapfelform an den rothen Blutkörperchen oft nur eine Schrumpfungserscheinung ist; sobald der Wassergehalt derselben auf irgend eine Art, z. B. durch Verdunstung, indem man die Körperchen in wenig Flüssigkeit der Luft aussetzt oder durch Wasserentziehung durch hygroskopische Körper, indem man die Blutkörperchen in eine stärkere (z. B. 1 pCt.) Salzlösung bringt] vermindert wird, nehmen sie die gedachten Gestalten an. Die Annahme der Kugelgestalt erfolgt oft durch einfache Quellung. Aber auch unter andern Verhältnissen werden die genannten Umformungen an den rothen Elementen beobachtet und dann von manchen Seiten als active Gestaltänderung der sensiblen Körperchen betrachtet. Nach **Faber**, **Arndt**, **Rommeläre**, **Dowdeswell**, **Klebs** u. A. besitzen nämlich die rothen Blutkörperchen die Fähigkeit der Eigenbewegung. Die wesentlichste Lebenserscheinung dieser Elemente ist ihr Vermögen, Sauerstoff leicht aufzunehmen und abzugeben.

Verhalten gegen Reagentien und andere äussere Einflüsse. Bestimmte äussere Einflüsse ändern die Farbe, Gestalt, Structur etc. der Blutkörperchen in characteristischer und constanter Art und Weise um. Bei Zusatz von gewissen Reagentien zum Blute werden die rothen Blutkörperchen kugelig und geben den Farbstoff an das Blut ab und dieses wird lackfarbig. Derartige Reagentien sind: Wasser, Aether, Chloroform, Amylen, das Blutserum und lackfarbenes Blut anderer Thiere, Gallensäuren, Antimone und Arsenwasserstoff, Thymol, Schwefelkohlenstoff, stärkere Säuremischungen, Alkalien bei mittlerer Concentration (etwa 10 pCt.) u. s. w. Der Effect »Lackfarbigmachen des Blutes« wird bei allen genannten Reagentien erreicht; die Art und Weise der Wirkung aber ist nicht bei allen die gleiche; manche zerstören die Blutkörperchen total, die meisten aber entziehen denselben nur den Farbstoff, so dass sie zur Darstellung des Stroma der Blutkörperchen benutzt werden können. Auch Erhitzen bis zu 60° und Gefrierenlassen und Aufthauen macht das Blut lackfarbig. Alkohol wirkt auf die Blutkörperchen verschieden ein, je nach seiner Concentration; auch das Eintrocknen wirkt verschieden; findet es langsam statt, so werden die Körperchen erst maulbeerförmig und verkleben dann miteinander; wird Blut in dünner Schicht rasch, plötzlich eingetrocknet, dann bleibt die Gestalt der Blutkörperchen vollständig erhalten. Borsäure wirkt auf die Körperchen ganz eigenthümlich, sie trennt das Brücke'sche Zooid vom Oikoid, indem die gefärbte Masse sich zunächst (bei den kernhaltigen um den Kern herum) sammelt, dann gegen die Peripherie vorrückt, dort erst einen Buckel derselben erzeugt und dann austritt. Electricität wirkt verschieden, je nach der Stärke der Ströme; schwache Ströme bewirken das Eintreten der Maulbeer-, stärkere das der Stachel- resp. Stechapfel- und noch stärkere das der Kugelform und endlich den Austritt des Farbstoffs, i. e. das Lackfarbigmachen des Blutes.

Unverändert erhalten sich die Blutkörperchen in 0,6 pCt. ClNa Lösung, in Jodserum, Hühnereiweiss und Pacini's Flüssigkeit.

2. Die **kernhaltigen rothen Blutkörperchen.** Ausser den eigentlichen kernlosen massenhaft vorhandenen rothen Blutkörperchen findet man im Blute in verschwindend geringer Menge noch kernhaltige ähnliche, zum Theil allerdings nicht scheiben- sondern kugelförmige Körperchen,

die von vielen Seiten (Neumann, Bizzozero u. A.) als Hämatoblasten aufgefasst werden.*) Die Gebilde sind scheiben- oder kugelförmig [Semmer fand beim Pferde Kugelzellen mit homogenen kernhaltigem Zellleibe und gefärbten Körnern (Körnerkugeln), und besitzen die Fähigkeit der Vermehrung. Ganz dieselben Gebilde finden sich auch im Knochenmark. Sie kommen in grossen Mengen im Blute des Embryo und Fötus vor und nach Anaemien auch beim Erwachsenen; bei diesem allerdings besonders im Knochenmark.

3. **Die Blutplättchen.** Diese Gebilde sind zwar schon von Hayem (fälschlicherweise als Hämatoblasten bezeichnet) und von Anderen (Max Schultze, Riess u. A.) gesehen, aber erst von Bizzozero genauer beschrieben worden. Sie stellen scheiben- oder linsenförmige Plättchen mit parallelen oder biconcaven Flächen dar, sind kern- und membranlos, 2—3 Mal kleiner als die rothen Scheiben ($\widehat{ca}$ 2—3 μ), farblos und sehr durchsichtig. Sie kommen im Blute in 20 Mal geringerer als die rothen und in 40 Mal grösserer Menge als die farblosen Elemente vor. Im circulirenden Blute finden sie sich meist einzeln, selten in Haufen, während sie ausserhalb der Gefässe sehr klebrig werden, sich zusammenhäufen, die regelmässige Contour verlieren, Vorragungen und Fortsätze bekommen, sehr körnig werden und in Haufen die Gerinnungscentra und die Knotenpunkte des Fibrinnetzes bilden.

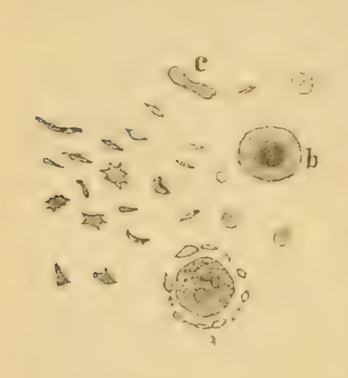


Fig. 71.
Blutplättchen mit zwei rothen und einem farblosen Blutkörperchen.

Ihre Anhäufungen im entleerten Blute stellen die oft beschriebenen Körnerhaufen der Fibrinnetze dar. Ihr Ursprung ist unbekannt. Sie besitzen die Neigung, sich in 2 Substanzen, in eine hyaline Kugel und einen körnigen Fortsatz zu trennen. Sie sollen durch ihren massenhaften Zerfall bei dem aus der Ader gelassenen Blute bei der Blutgerinnung diejenige Rolle spielen, die Al. Schmidt den farblosen Blutkörperchen zugeschrieben hatte. Nach Hava nehmen sie neben den Leucocyten an der Fibrinbildung Theil. In dem Blute der Amphibien findet man anstatt dieser Plättchen farblose, spindelförmige, kernhaltige kleine Zellen.

4. **Die farblosen Blutkörperchen** (Leucocyten, indifferente Bildungszellen cf. Seite 127 ff.). Sie entsprechen den Lymphzellen der Lymphe, bewegen sich aber lebhafter als diese, circuliren meist im wandständigen Strome des Blutes, kleben leicht an den Wanden und emigriren vielfach aus den Capillaren. Ihre Zahl ist oft festgestellt worden, scheint aber sehr wechselnd zu sein. Als Mittelzahlen giebt man an, dass 1 farbloses

*) Der Name Hämatoblast wird auf die verschiedensten Gebilde angewandt und herrscht in dieser Richtung eine entsetzliche Verwirrung. Rindfleisch nennt die kernhaltigen gefärbten Elemente des Knochenmarks, Foa, Salvioli die grossen Protoplasmakugeln des Knochenmarks, Hayem und Pouchet die Blutplättchen Hämatoblasten u. s. w.

körperchen auf 350—400 rothe komme; nach Grancher ist das Verltniss 1:900—2200. Es erscheint dies verschieden in den verschiedenen efässen zu sein, so z. B. im Arterienblute der Milz 1:2000, im Venen-ute 1:80—100 etc. Bei Entzündungen soll die Zahl der farblosen emente sich steigern; bei der Genesung sinkt dieselbe wieder und e der Blutplättchen nimmt zu. Im lebenden Blute soll die Zahl r farblosen eine bedeutend grössere sein als im todten, dem beim Absterben des Blutes sehr viel farblose Elemente Grunde gehen sollen (Al. Schmidt). Die Grösse der Körperchen sehr verschieden; man findet solche, die kleiner, solche, die ebenso oss und solche, die grösser als die rothen sind. Es giebt mono- und lynucleare Körperchen, ebenso wie hyaline, fein- und grobgranulirte.

In Bezug auf die Granulation unterscheidet Ehrlich fünf Arten. Besonders giebt solche mit Körnchen, die durch Osmiumsäure sich schwärzen, nnd solche mit rnchen, die sich mit Eosin färben. Die ersteren scheinen sich aus den letzteren rch Umwandlung des Albumins in Fett zu entwickeln. Es soll auch farblose Blutrperchen ohne Bewegungsfähigkeit geben. Man hat verschiedentlich versucht, die blosen Elemente nach ihren Eigenschaften einzutheilen (Max Schultze, Renaut, ayem etc.) Der Widerspruch der Autoren untereinander zeigt aber, dass es pre- mit derartigen Eintheilungen ist. Ranvier unterscheidet 1. sehr kleine mit grossem rn, amöboider Bewegung, mit Bildung zarter Fortsätze, 2. grosse, granulirte Zellen, lange Fortsätze bilden und 3. grosse mit kugeligen glänzenden Körperchen, die h nur theilweise färben, 4. solche mit Glycogen im Inneren. Die farblosen Blutrperchen besitzen die Fähigkeit der Vermehrung und der Voracität. Letzterer genschaft wegen trifft man farblose Zellen an, die ganze oder Stücke von rothen utkörperchen im Inneren bergen.

5. **Die Elementarkörnchen.** Man findet im Blute wesentlich zwei Arten on Körnchen constant vor, das sind 1. runde, kugelige, den Chylusörnchen gleiche Elemente. Diese Körperchen kommen bei säugenden hieren so reichlich vor, dass das Blutserum milchig erscheint (Chylämie) nd setzen sich unter Umständen derart an die rothen Blutkörperchen , dass diese wie Maulbeeren aussehen (Laborde), 2. eckige albumiide, sich durch Jod und Carmin färbende Körnchen (vielleicht Fibrinrinnsel, Ranvier).

6. **Zufällige Bestandtheile.** Als solche kommen im Blute vor: Pigmentörnchen, Pigmentzellen, concentrisch geschichtete Körperchen, abestossene Endothelien, sogar solche mit rudimentären Cilien, Riesenllen, Micrococcen, Bacillen, Bacterien, Spirillen, die Gaule'schen ytozoen (im Froschblute), Filarien u. s. w. u. s. w.

Die Blutkrystalle. Der Blutfarbstoff krystallisirt, wenn er sich von den Blutrperchen getrennt hat (Hämoglobinkrystalle), und zwar krystallisirt der Blutfarbff von Pferd und Katze leicht, der von Schaf, Rind und Schwein dagegen schwer. im Stillliegen des Blutes in thierischen Geweben zersetzt sich das Hämatin (einer r Bestandtheile des Hämoglobin) in Hämatoidin (Virchow) und krystallisirt Hämatoidinkrystalle). Behandelt man den Blutfarbstoff mit Eisessig und Kochsalz, nn entsteht Chlorhämatin (salzsaures Hämatin) oder Hämin; auch dieser Farbstoff ystallisirt (Hämin- oder Teichmann'sche Krystalle). Ueber die Blutkrystalle s. S. 35.

Die Genese der zelligen Elemente des Blutes. a) **farblose Blutzellen.** Während man früher diese zelligen Gebilde direct aus den Zellen des mittleren Kei… blattes hervorgehen liess, neigt man sich jetzt mehr der Ansicht zu, dass sie Abkömmli… der Parablastzellen (den Parablast im W a l d e y e r'schen Sinne genommen) seien. In d… Fötus und im wachsenden und erwachsenen Thiere — im letzteren nur um Er… für den durch die Lebensvorgänge bedingten fortwährenden Verbrauch dieser Elemen… zu schaffen — erfolgt die Vermehrung der Leucocyten auf dem Wege der Theilun… Dieser Vorgang, d. h. die Neubildung von Lymphoid- resp. Keimzellen kann zw… überall im Körper statthaben, findet aber wesentlich überall da und zwar lebhaft st… wo reticulirtes Bindegewebe existirt, d. h. z. B. in der Milz, in den Lymphdrüse…



Fig. 72. Leucocyten in Theilung.

den Lymphfollikeln und allen lymphoiden Apparaten und in gewissen Schleimhaut… (z. B. in der Darm- und Uterusschleimhaut) und im Knochenmark. Aber auch i… dem Blute und im gewöhnlichen Bindegewebe können Vermehrungsvorgänge an … Leucocyten ablaufen. Welch' enormes Fortpflanzungsvermögen diesen Zellen inne… wohnt, ergiebt sich besonders aus ihrer massenhaften Entstehung bei pathologische… Vorgängen, z. B. bei Eiterungen.

b) **Rothe Blutkörperchen.** Bei der Betrachtung der Entstehung dieser Elemen… muss man unterscheiden zwischen der intrauterinen und der nur den Ersatz d… im Lebensprocesse zu Grunde gehenden Elemente bezweckenden extrauterine… Bildung.

a) Bei der intrauterinen Entstehung ist wieder die embryonale und die föta… Bildung zu unterscheiden. Es sei aber ausdrücklich betont, dass die Histogenese de… Blutes trotz der zahlreichen in dieser Richtung angestellten Untersuchungen noch ni… genügend aufgeklärt ist.

α) Die embryonale Entstehung der ersten Blutgefässe und Blutkörperchen ver… legte man früher in den Mesoblasten, während in neuererZeit die Autoren H i s, W a l d e y e… u. A. den Parablasten als die Bildungsstätte des Blutes betrachten. Im Embryo, resp. de… Parablast entstehen, sobald sich die ersten Blutgefässe bilden in noch nicht genüge… erforschter Art und Weise, farblose, rauhe, sehr grosse, kernhaltige Blutzellen, welc… bald durch Aufnahme des Farbstoffs zu farbigen kugeligen Elementen werden … sich durch Theilung in der Blutbahn vermehren (Remak, Flemming, Peremeschk… u. A). Diese Gebilde werden bald scheibenförmig, behalten aber den Kern bei. D… genannte, erste Entstehung verlegen viele Autoren in grosse Protoplasmakugeln … Riesenzellen, die sich in den Gefässräumen befinden, resp. sich von den Wandungen de… selben bei ihrer Bildung aus den Bildungszellen abschnüren; sie betrachten demnac… die Bildung der rothen Blutkörperchen als eine intracelluläre. Foster u… Balfour lassen die rothen Blutkörperchen aus Kernen des Mesoblast hervorgehen.

β) Im Fötus, in welchem sich bereits die Leber und die Milz gebildet habe… scheint in früheren Perioden die Bildung der rothen Elemente wesentlich in diese… Organen (in der Leber nach E. H. Weber und Kölliker, in der Milz nach Neumann… vor sich zu gehen; nach Foa und Salvioli nehmen aber auch die Lymphdrüse…

:d das Knochenmark des Fötus an der Blutbildung Theil. Während der
mbryo nur kernhaltige rothe Blutkörperchen besitzt (primordiales
ut), treten beim Fötus auch kernlose auf, deren Zahl mit der fortschreitenden
ntwickelung eine immer bedeutendere wird, sodass sie allmählig das Uebergewicht
er die kernhaltigen bekommen, bis schliesslich beim Ausgebildeten die letzteren
st ganz fehlen (definitives Blut). Die Fragen, wie die rothen Blutkörperchen
im Fötus entstehen, wie und wo die kernhaltigen in kernlose umgewandelt werden,
nd noch nicht mit Sicherheit entschieden. Manche Autoren nehmen eine intra-
lluläre Entstehung in grossen Protoplasmakugeln in den blutbildenden
rganen, andere eine Bildung aus den vorhandenen rothen Körperchen durch
heilung an; einige Forscher glauben, dass die rothen Blutkörperchen in dem einen
rgane z. B. in der Milz als farblose entstehen, dann in die Leber gelangen und
ort zu rothen umgewandelt werden u. s. w. Die Umwandlung der kern-
ltigen Elemente in kernlose soll, wie einige Autoren angeben, in der Leber
atthaben; der Vorgang selbst wird verschieden geschildert, z. B. als ein Aufgehen
es Kernes in der Zellsubstanz, oder als eine active Auswanderung oder als ein Ver-
hwinden durch Untergang u. s. w.

[Controversen: Nach Foa und Salvioli entstehen die kernhaltigen rothen
lutkörperchen aus Riesenzellen mit centralem, in Knospung begriffenem Kerne (Hämato-
lasten), nach Neumann in grossen, polygonalen oder bandartigen Zellen der Leber.
ach Malassez sind die kernhaltigen rothen Blutkörperchen selbst Hämatoblasten,
ıdem sie hämoglobinhaltige, sich abschnürende und zu biconcaven Scheiben werdende
nospen bilden. Sie selbst entstehen aus kernlosen, Spuren Hämoglobin haltigen
rotohämatoblasten. Ausserdem sollen auch in Myeloplaxen durch Abschnürung
ämoglobinhaltiger Protoplasmatheile rothe Elemente entstehen. Arndt spricht von
ier Arten der Entstehung der rothen Blutkörperchen Nach ihm kann alles jugend-
che Protoplasma Hämatin aufnehmen und zu rothen Elementen werden. Er behauptet,
ass alle jungen Blutkörperchen kernlos sind und erst später einen Kern bekommen
. s. w. u. s. w.]

[γ) Zu einer gewissen Zeit der fötalen, postembryonalen Entwickelung will man eine
nit der Entwickelung der Gefässe resp. Capillaren gleichzeitige und zusammen-
ängende Entwickelung der Blutkörperchen in denselben beobachtet haben.
öllıker und Reklinghausen nehmen an, dass solide Zellstränge derart zu Blut-
efässen mit Blutkörperchen werden könnten, dass die mittleren Zellen zu letzteren
ürden, während die Randzellen die Blutgefässwand bildeten (intercelluläre
ildung der Blutkörperchen). Kölliker lehrte auch, dass die Capillaren sich
us sterntörmigen, anastomosirenden Bindegewebszellen entwickeln, indem sie und ihre
ortsätze hohl würden. Götte hielt auch eine derartige Entstehung von Capillaren
ür möglich, nahm aber daneben noch eine Entstehung von Blutkörperchen in grossen
Dotterkugeln, die in netzartig durchbrochenen, durch Mesoblastzellen gebildeten
Räumen, die untereinander anastomosiren und schliesslich zu Blutgefässen werden,
iegen, an und lehrt, dass kleine Blutgefässe dadurch entstehen, dass einzelne an-
inander liegende Zellen sich vergrössern, im Innern hohl werden, während die Kerne
n die Wand rücken und der Inhalt sich verflüssigt; indem nun das Blut aus den
grossen Gefässen hineinrückt, ist die Capillare fertig. Andere Autoren glauben, dass
ıus sich vergrössernden, untereinander anastomosirenden (vaso-formativen) Zellen
(Ranvier), deren Kerne sich theilen, und die zu Riesenzellen werden, Blutgefässe
ınd Blutkörperchen entstehen. Das Protoplasma der Zellen soll sowohl das Gefäss-
ndothel als die Blutkörperchen bilden. Letztere sollen durch Abballung von Zell-
ubstanztheilen um die Kerne entstehen. Die Riesenzelle wird dabei hohl und zu

einer Blase, die mit anderen anastomosirt (Capillarnetz). Ein Theil der Kerne lagert sich an die Blasenwand und wird stäbchenförmig.

Diese endogene Entstehung der rothen Blutkörperchen in grossen protoplasmatischen Zellen, die sich gleichzeitig an der Gefässbildung betheiligen, wird heut zu Tage fast allgemein angenommen (Ranvier, Neumann, Rouget, Wissotzky, Klein, Leboucq, Hayem, Landois u. A.). Ein Theil der Autoren lehrt, dass die so entstehenden Blutkörperchen kernlos sind, indem alle Kerne sich an die Wand anlegen und die Blutkörperchen einfach aus Protoplasmaklümpchen entstehen.]

b) Beim Erwachsenen gehen fortwährend rothe Blutkörperchen, die nur eine begrenzte Lebensdauer (von 3—4 Wochen) zu haben scheinen, zu Grunde. Der Untergang findet vornehmlich in der Leber (vielleicht unter Einwirkung der Gallensäuren) statt; der frei werdende Blutfarbstoff wandelt sich in Gallenfarbstoff (Bilirubin, Hämatoidin) um. Aber auch in der Milz und im Knochenmark gehen rothe Elemente, indem sie sobald sie alt und starr geworden sind, zerfallen und von Leucocyten gefressen werden zu Grunde. Ihre Bestandtheile werden vielleicht bei der hier, namentlich im Knochenmark statthabenden Neubildung junger rother Blutkörperchen mit verwendet (Quincke).

Dieser fortwährende Verlust der Erwachsenen an rothen Elementen bedingt die Nothwendigkeit von Regenerationsvorgängen. Das Wie? der Bildung der den Verlust deckenden rothen Elemente ist noch streitig. Am verbreitetsten ist die Anschauung, dass die rothen Blutkörperchen aus den farblosen durch allmählige Umwandlung, Aufnahme von Hämoglobin u. s. w. entstehen, und wollen viele Autoren alle Uebergangsstufen gesehen haben.

[Controversen. Neumann und Bizzozero sind von ihrer früheren Auffassung, dass die rothen Körperchen aus farblosen entständen, zurückgekommen und nehmen mit Anderen (Feuerstack) an, dass die Bildung derselben nur aus den kernhaltigen rothen Elementen, die sich durch Theilung unbeschränkt vermehren können und Gebilde eigener Art repräsentiren, statthabe. Die kernhaltigen Elemente sahen beide Forscher später zu kernlosen werden. — Einige Autoren glauben, dass rothe und weisse Körperchen aus denselben Elementen (freien Kernen) hervorgehen (Pouchet), noch andere behaupten, dass die farblosen Zellen Abkömmlinge der rothen seien. Obroskow glaubt in blassen Zellen des Knochenmarks, die je nach den Umständen zu rothen Blutkörperchen oder zu Markzellen werden können und die aus den Protoleucocyten entstehen, die Hämatoblasten gefunden zu haben. Hayem und scheinbar auch Norris betrachteten die Bluttplättchen als die Vorstufe der rothen Blutkörperchen.]

Die weitere Frage nach dem Orte der Blutkörperchenbildung harrt auch noch ihrer definitiven Lösung; jedoch gilt das rothe Knochenmark ganz allgemein als ein Ort, wo dieser Vorgang stattfand, der auch dadurch hierfür ganz besonders geeignet erscheint, weil sich dort, wie in der Milz wandungslose Blutgefässe befinden (Kollmann, Hoyer). Dass in dem sogen. rothen Knochenmark reichlich kernhaltige rothe Körperchen vorkommen, ist erwiesen; ebenso scheinen dort statthabende Theilungsvorgänge derselben dargethan zu sein (Bizzozero, Torre etc.). Das Vorkommen von Uebergängen zwischen rothen und farblosen Elementen wird bestritten (Rindfleisch, Neumann, Bizzozero etc.). Rindfleisch will aber hier den Uebergang aus kernhaltigen zu kernlosen durch actives Auswandern des Kerns mit dem Zooid gesehen haben. Es ist ferner erwiesen, dass nach grossen Blutverlusten und Anaemien fetthaltiges Knochenmark wieder zu rothem wird (Neumann, Erb u. A.) und dass an Stellen, wo sonst gelbes Knochenmark ist, unter diesen Umständen rothes auftritt. Die blutbildende Function des Knochenmarks kann sonach kaum noch angezweifelt werden. Einige Autoren sehen auch die Leber als eine Bildungsstätte der rothen Elemente an.

[Nach Bizzozero, Sanquirico, Fanno u. A. ist die Milz zwar für gewöhnlich während des intrauterinen Lebens an der Bildung der rothen Blutkörperchen be-iligt; nach schweren Blutverlusten erwacht aber auch bei Erwachsenen diese Thätig-t wieder.

Nach Bizzozero, Torre u. A kann auch im Blute selbst Blutkörperchenbildung rch Theilung der kernhaltigen rothen statthaben, aber nur in geringem Masse. Schmidt und E. Semmer fanden im circulirenden Blute grosse Lymphoidzellen, mit rothen Farbstoffkörnchen ganz erfüllt waren (rothe Körnerkugeln) und die sie Uebergangsstufen zwischen weissen und rothen Körperchen halten. Hayem's matoblasten sollten in der Lymphe und den Lymphdrüsen entstehen und im Blute Blutkörperchen werden. Feuerstack spricht die Gefässe, das Knochenmark, die ortader, die Milz und sogar auch die Nieren als Blutkörperchen bildende Organe Jedenfalls besteht im Thierkörper ein sehr reger Bildungstrieb für die rothen emente des Blutes (Beweis: Ersatz derselben nach Menstruationen und nach Blutungen).]

II. Die Grundsubstanzgewebe (Bindesubstanzen. Stützgewebe).

Zu der Gruppe der Bindesubstanzen gehören eine Reihe scheinbar hr differenter Gewebe, die aber, trotz der äusseren Verschiedenheit, so el Gemeinsames unter einander haben, dass sie mit Recht in eine Gruppe sammengefasst werden. Sie sind besonders dadurch ausgezeichnet, ss die Zwischenzellsubstanz in so grosser Menge vorhanden ist, dass e den zelligen Elementen gegenüber vorherrscht und dass von ihr ıd nicht von den Zellen die Function, Formation und die physica-chen Eigenschaften der Gewebe wesentlich abhängig sind. An jedem eser Gewebe kann man drei Hauptbestandtheile unterscheiden, die rundsubstanz, Zellen und Fasern. Je nach dem Verhalten eser Elemente zu einander entstehen verschiedene Gewebsformationen. suell spricht man von vier Hauptformen der Bindesubstanzen und ar: 1. dem Binde-, 2. dem Knorpel-, 3. dem Knochen- und 4. dem entingewebe.

Nach Waldeyer ist die primitive Form der parablastischen, d h. der Grund-ostanzzelle die Leucocyte. Herrscht diese in den Geweben vor, sodass Grund-ostanz und Fasern in den Hintergrund treten, dann ist das cytogene (adenoide) webe (Lymphdrüsen, Milz, Thymus) gegeben; überwiegen die leimgebenden Fasern, entsteht das gewöhnliche faserige Bindegewebe; überwiegt die Grundsubstanz, nn entwickelt sich Knorpel-, Knochen- und Zahnbeingewebe; sind die ndegewebszellen in gewisser Weise aus- oder umgebildet, dann tritt das Fett-, das gmentirte Binde- und das Endothelgewebe in die Erscheinung.

Kollmann unterscheidet nur 2 Hauptgruppen von Bindesubstanzen, die von astischer und die von leimgebender Beschaffenheit. Er betrachtet mit Löwe das hleimgewebe (das embryonale Gallertgewebe, dessen Reste z. B. im Bindegewebe Grundsubstanz erscheinen) als das Grundgewebe der Bindesubstanzen. Aus diesem t sich nach Löwe das fibrilläre, elastische, adenoide, chondroide und paren-ymatöse Binde-, das Fett-, Knorpel-, Knochen- und Zahngewebe entwickelt.

Die genannten Bindesubstanzgewebe besitzen noch folgende Eigen-haften: Sie bilden den allgemeinen Gerüst-, Stütz- und Bindeapparat s Körpers, die passiven und die Haft- und Angriffspuncte der activen ewegungsorgane; ihre Grundsubstanz wandelt sich beim Kochen in

Leim oder verwandte Substanzen um und enthält im jugendlichen Zustande viel Mucin; sie entwickeln sich alle aus den gleichen primitiven Gewebselementen (den leucocytären Zellen des Para- oder Mesoblasten); sie gehen oft continuirlich in einander über (das eine Gewebe dringt in das andere ein oder nimmt allmählig immer mehr und mehr dessen Eigenschaften an); sie substituiren sich oft gegenseitig in den Classen und Ordnungen des Thierreichs (Theile, die bei einer Thierklasse aus Bindegewebe bestehen, werden bei einer anderen aus Knorpel- und bei einer dritten aus Knochengewebe aufgebaut); sie können sich gegenseitig, eine aus der anderen herausbilden; und sie spielen endlich bei allen Neubildungen eine grosse Rolle.

1. Das Bindegewebe.

Das Bindegewebe umhüllt alle Organe des Thierkörpers und dringt in dieselben gewissermassen ihr Skelet bildend, ein; es bindet und scheidet die anderen Gewebe und die Organe und ist wesentlich für die Structur der letzteren; ja es bildet die Grundlage des gesammten Thierkörpers, sodass man sich diesen als einen Bindegewebsschwamm oder ein Bindegewebsnetz mit grösseren und kleineren Hohlräumen resp. Maschen und dickeren und dünneren Balken, Fäden und Scheidewänden, in dessen Lücken die anderen Gewebselemente sitzen, vorzustellen hat.

Bau. Das Bindegewebe tritt in sehr vielen und verschiedenartigen Formen, die aber alle auf einen gemeinsamen Typus zurückführbar sind, in die Erscheinung. Alle Formen des ausgebildeten Bindegewebes bestehen aus: 1. der Grundsubstanz, 2. Fasern, 3. Zellen.

1. Die **Grundsubstanz** stellt eine gleichmässige, flüssige oder gallertige, schleimige, eiweissartige, homogene Masse dar, welche die Lücken, Spalten und Hohlräume zwischen den sonstigen Elementen des Gewebes ausfüllt und zum Theil auch als Kitt zum Aneinanderkleben der Fasern dient; sie ist, weil sie durchsichtig ist, oft nicht sichtbar, kann aber durch Färbung mit Höllenstein, durch Behandlung mit Essigsäure, durch mechanische Faltung u. s. w. nachgewiesen werden.

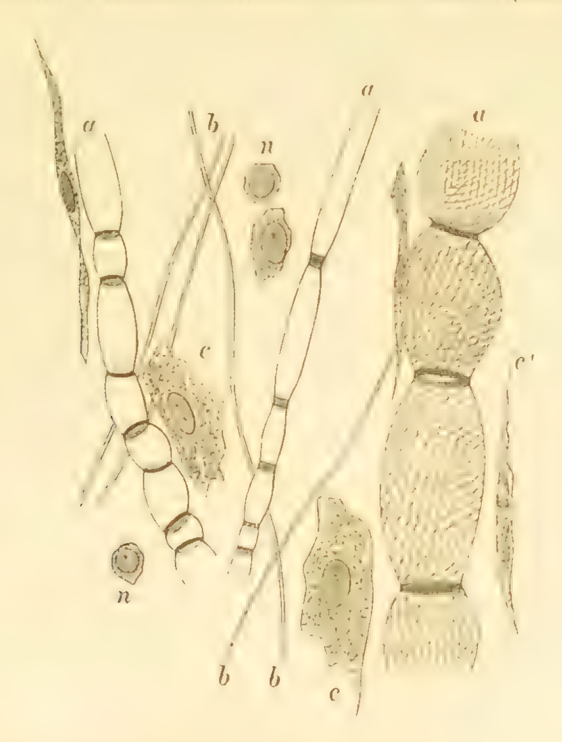
2. An **faserigen Elementen** findet man im Bindegewebe zwei Arten, a) die eigentliche leimgebende Bindegewebsfaser und b) die elastische Faser.

a) Die **Bindegewebsfasern** bilden bei vielen Formen des Bindegewebes seine Hauptmasse und fallen dem Untersuchenden zuerst in die Augen. — Die elementaren Bindegewebsfibrillen sind ausserordentlich dünn (0,0002—0,002 *mm*), drehrund, homogen und erscheinen wegen ihrer Zartheit auch bei starken Vergrösserungen einfach conturirt. Sie ordnen sich stets zu kleinen Bündeln, in denen sie parallel und oft wellenförmig geschwungen (lockiges Bindegewebe) nebeneinander verlaufen und vermittelst eines Kitts, der sich in molybdänsaurem Ammoniak, in Kalk- und Barytwasser u. s. w. auflöst, aneinander kleben. Die Bündel, welche bei einfacher Untersuchung mit schwächeren Linsen als die Elemente des Bindegewebes erscheinen, sind von einer Schicht des genannten Kitts umhüllt (Umhüllungsmembran) und werden Binde-

websfasern oder Bindegewebs-Fibrillenbundel genannt. Sie ben ein langsstreifiges Aussehen, lassen sich bei Anwendung chemischer ilfsmittel (concent. Pikrinsäure, pCt. Osmiumsäure, Kalk- und rytwasser u. s. w.) in die Fibrillen legen, besitzen eine verschiedene cke, sind drehrund oder abgettet und vereinigen sich in der egel zu Balken oder zu Lallen. Nach Key und Retzius letzteres die Regel (sodass das ndegewebe meist lamellär gebaut scheint), während nach Flemming A. meist Balkenbildung zu Stande mmt. Die Bindegewebsbündel ellen in Alkalien auf und lösen ch zum Theil in denselben; durch ochen mit Wasser oder verinnten Säuren werden sie zu Leim, eshalb sie collagene Fasern genannt werden. Bei Behandlung mit verdünnten Säuren bei geöhnlicher Temperatur quellen sie auf, aber der Regel nach nicht eichmassig in ihrer Totalität, sondern derart, dass in gewissen Zwischen-



Fig. 72 Bindegewebsfasern in reichlicher homogener Zwischensubstanz.



ig. 73. Subcutanes Bindegewebe bei interstitieller Injection mit $^1/_{10}$ pCt. Silbernitrat nd Behandlung mit Säure. *a*) Bündel mit Ringfasern, *b*) elastische Fasern, *c*) platte Zellen von oben, c^1 von der Seite gesehen, *n*) Lymphzellen.

räumen ringförmige Einschnürungen (Quellungsreifen) zwischen m. o. w. bauchigen Erweiterungen sichtbar sind.

Ueber das Zustandekommen dieser Erscheinung denken die Autoren verschieden. α) Einige Forscher nehmen an, dass die Bindegewebs-Fibrillenbündel in gewissen Zwischenräumen von spiralig oder ringförmig umgelegten Fasern, welche beim Quellen derselben ein Hinderniss an den betr. Stellen abgeben und dadurch die Reifenbildung bedingen, bekleidet sind. Die umspinnenden Fasern werden entweder als elastische (Krause, Flemming) oder als Fasern besonderer Art (Ranvier, Key und Retzius) oder als zellige Bildungen (Rollet, Kölliker) betrachtet. β) Andere Autoren schreiben den Fasern einen zusammenhängenden, hautartigen Zellbelag, dessen Zellen an einigen Stellen rippenartige Verdickungen (elastische Streifen) besitzen, zu (Boll und A.). Beim Aufquellen der Fasern reisst die Scheide und widersteht nur an gewissen Stellen (d. h. an denen mit der Verdickung der Zellleiber), nach denen die Scheide wie ein Gummiring zusammenschnurrt (Key und Retzius). γ) Nach einigen Autoren (Flemming) kann auch die einfache Kittscheide (Gallertscheide, Kollmann) die Gelegenheit zum Entstehen der Quellungsreifen dadurch abgeben, dass die Kittsubstunz schon an sich oder dadurch, dass die Fasern eine gewellte oder geknickte Lage besitzen, ungleichmässig vertheilt ist. An den Stellen, wo sich die Kittmasse, die bei der genannten Behandlung gerinnt und widerstandsfähig wird, anhäuft, widersteht die Scheide (Umhüllungsmembran) der in Folge der Quellung des Bündels die Zerreissung anstrebenden Gewalt. Dass die ad β genannte Theorie nicht durchgängig haltbar ist, ergiebt sich daraus, dass die Quellungsreifen auch dann noch auftreten, wenn die Zellscheide, welche bekanntlich auf der structurlosen Scheide (Umhüllungsmembran) aussen aufsitzt, entfernt worden ist (Flemming). δ) Manche Autoren nehmen verschiedene Arten der Entstehung der Quellungsreifen an (Flemming); bei den Fasern der Arachnoidea kommt die ad β, bei andern die ad α u. γ genannte Art der Entstehung vor. — Bei der die Quellungsreifen hervorrufenden Behandlung der Fasern mit verdünnten Säuren erscheinen dieselben oft sehr schön quergestreift (als Folge geschlängelter Lagerung?). (Sowohl die Querstreifung als die Bildung der ringförmigen Einschnürungen kann man am submucösen Bindegewebe der Gallenblase der Wiederkäuer sehr schön studiren. Nach tagelanger Behandlung mit Holzessig treten beide Phänomene noch prachtvoll hervor). Gewisse Fasern quellen überhaupt nicht und zwar diejenigen, welche von einer dicken Lage einer hellen homogenen Masse, in der sich zahlreiche Fibrillen befinden, die circulär und spiralig um die Fasern verlaufen, umgeben sind (Key und Retzius). Diese Fasern bilden Netze oder kommen zerstreut im übrigen Bindegewebe vor.

b) Die **elastischen Fasern** finden sich in allen Bindegewebsarten in verschiedener Menge und sind durch ihre hochgradige Elasticität und bedeutende Resistenz gegen die Einwirkungen von Säuren und Alkalien ausgezeichnet. Sie sind drehrund, spalten sich ab und zu und verbinden sich häufig zu Fasernetzen mit einander, deren Kreuzungspunkte oft bedeutend verbreitert sind und elastische Platten — einfache oder durchlöcherte — darstellen. Die Fasern sind homogen, stark lichtbrechend, nicht gestreift. Sie verlaufen meist gerade; erscheinen aber in Zupfpräparaten oft korkzieherähnlich und scharf gewunden, wie zusammengeschnurrt und an den Enden hirtenstabähnlich umgebogen und spiralig eingerollt.

Ausser diesen Eigenschaften, unter denen namentlich die Theilung und Netzbildung wichtig sind, characterisiren sich die elastischen Fasern noch durch ihre Färbung mit Pikrinsäure und Jod.

Bei Behandlung eines elastische und Bindegewebsfasern enthaltenden Präparates [m]it verdünnten Säuren oder Alkalien werden die letzteren in Folge des Aufquellens [d]urchscheinend und dadurch fast oder ganz unsichtbar, während die elastischen Fasern [u]nverändert bleiben und deshalb schärfer in dem Präparate hervortreten als vorher.

3. **Die zelligen Elemente des Bindegewebes** (Fig. 75). Man findet im [B]indegewebe 1. Die echte oder platte Bindegewebszelle, 2. die Plasma[z]elle, 3. die Mastzelle, 4. die Fettzelle, 5. die pigmentirte Zelle, 6. die Wanderzelle.



Fig. 75. Zellformen im Bindegewebe.

[a]) zwei glatte und eine mit Leiste versehene Bindegewebszelle, *b)* eine sternförmige, [b]¹ zwei spindelförmige, *c)* zwei Fettzellen, *c*¹ eine Fettzelle mit einem Büschel von [F]ettsäurekrystallen. *d)* zwei grosse Wanderzellen, von denen die eine im Holzschnitt [w]ie eine Plasmazelle erscheint. *e)* würfelförmige, aneinander gereihte Sehnenzellen, [e]¹ gebogene und mit Leisten versehene Sehnenzellen, *f)* Plasmazellen, *g, g)* Mast[z]ellen, *h), h*¹ und *h*² Flügelzellen, *i)* die Seitenansicht einer solchen, *k)* Pigmentzellen mit Fortsätzen.

a) Die **platten oder echten Bindegewebszellen** finden sich in jedem [a]usgebildeten, während sie in dem sich entwickelnden Bindegewebe, [i]n welchem man an ihrer Stelle vollsaftige spindel- oder (seltener) [s]ternförmige Zellen findet, fehlen. Ueber die Morphologie der [e]chten Bindegewebszellen hat bis jetzt noch keine volle Einigung un[t]er den Forschern stattgefunden. Als allgemein feststehend kann nur [a]ngegeben werden, dass der eigentliche Zellkörper der Bindegewebs[z]ellen ganz platt, schüppchenartig und schleierartig dünn ist (Häutchen[z]ellen, Key und Retzius) und einen meist ellipsoiden, etwas abgeplatteten [K]ern, der kleine scharf begrenzte Kernkörperchen einschliesst, enthalt

und dass die Grösse und Gestalt der Zellplatten sich nach dem Vorkommen, d. h. nach den Druckverhältnissen, unter denen sich die Zellen befinden und nach der Entwickelungsperiode richten. Von der Seite gesehen erscheinen die Bindegewebszellen meist spindelförmig (Fig. 75 b¹), weil sie peripher stärker abgeplattet sind, als im centralen, kernhaltigen Theile.

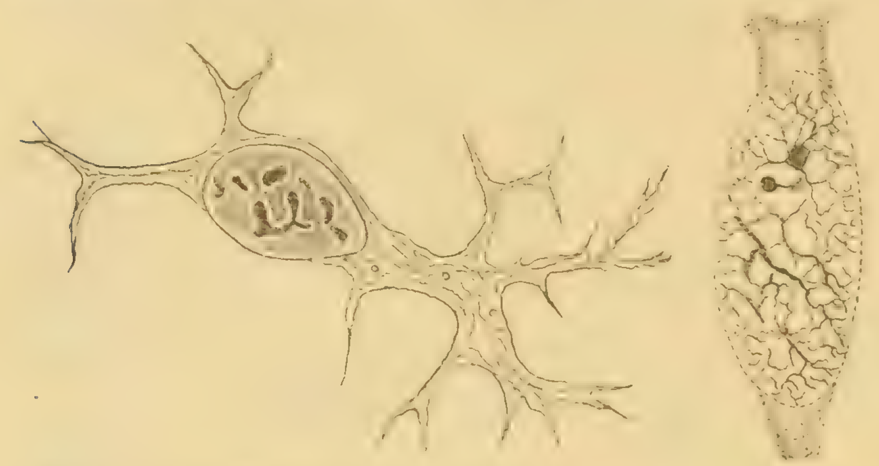


Fig. 76. Bindesubstanzzelle des Kiemenblattes der Salamanderlarve (nach Flemming).

Fig. 77. Kern einer Bindesubstanzzelle der Salamanderlarve (nach Flemming).

Um die Erforschung der Bindegewebszellen haben sich Henle, Virchow Kühne, Ranvier, Boll, Born, Waldeyer, Flemming, Key und Retzius u. A. sehr verdient gemacht. Es ist aber hier nicht der Ort, die Geschichte der Bindegewebslehre zu besprechen. Erwähnt sei nur noch Folgendes: Ranvier beschreibt die Bindegewebszellen als Platten mit Leisten. Waldeyer dagegen fasst sie als Flügelzellen (Fig. 75 *h*, *h'*, *h''*) auf, die aus mehreren Platten bestehen, die sich wie die Platten eines Schaufelrades vereinigen und unterscheidet eine den Kern bergende Haupt- und 2—3 (selten 5—6) Nebenplatten. Um den Kern der Hauptplatte findet sich eine geringe Menge gekörnter Substanz, die feine Fäden nach den Seiten in die Platte sendet und so eine Art Stern in derselben bildet (cf. Fig. 75 *h'*). An den Rändern der Platten finden sich feine Fäden, die sich untereinander und zuweilen auch zwei Zellen miteinander verbinden (Fig. 75 *h'*). Jede Platte erscheint von der Kante gesehen als ein Streifen auf der Zelle (Boll's elastischer Streifen). — Einige Autoren halten noch an der Anschauung fest, wonach die Bindegewebszellen spindel- oder sternförmige Fortsatzzellen darstellen (cf. Fig. 75 *b*, *b'*) (Renaut beschreibt vollständige Zellennetze in den Fasernetzen des Bindegewebes).

b) Die **Plasmazellen** (Fig. 75 f) (perivasculären Zellen) wurden von Waldeyer entdeckt. Sie besitzen einen dickeren und körnigen Zellleib und enthalten nicht selten auch Fettkörner. Sie sind von Gestalt polygonal, oder platt, wurstförmig, sternförmig u. s. w. und finden sich meist in der Nähe der Gefässe. Sie kommen nach meiner Erfahrung überall im Thierkörper, wo sich lockeres Bindegewebe mit Gefässen findet, vor. Sie lassen sich besonders leicht durch Dahliafärbung nachweisen (Ehrlich) und zeichnen sich vor den platten Bindegewebszellen durch feine, dichte, sich auf den ganzen Zellleib erstreckende

örnung, geringere Abplattung und leichtere Färbbarkeit aus. Man ıt sie auch peritheliale, embryonale oder fettbildende Zellen genannt.

c) Die **Mastzellen** (Körnerzellen) (Fig. 75 g). Sie sind durch eine grobe ıd starke Granulation des Zellleibes ausgezeichnet und besitzen eine ınde, platte, polygonale, flügelartige oder sternförmige Gestalt und nur ıweilen einen scharfen Contour. Die Körner der Zellen sind durch genthümliche Farbenreactionen charakterisirt, sie färben sich mit basichen violetten Anilinfarben rothviolett, werden durch Eosin und Safran scharf hervorgehoben und verhalten sich ähnlich gegen Farbstoffe, ie die Koch'schen Tuberkelbacillen. Die Körner bilden einen oder ehrere Kränze um den Kern oder sind unregelmässig gelagert; der ›rige Zellleib ist entweder scharf begrenzt oder kaum wahrnehmbar, ıd sieht man dann oft nichts weiter als unregelmässige Körnerhaufen. e wie in das Gewebe eingespritzt erscheinen und zu denen oft nur it Mühe die zugehörigen Kerne entdeckt werden können. Die Zellen ıden sich bei localer Steigerung der Ernährung, bei Lymphstauungen ıd an Stellen, wo sich Nährmaterial anhäuft; besonders in der Darmand. Sie sind von Ehrlich als Mastzellen bezeichnet und beschrieben orden, nachdem sie 1879 von mir in der Darmwand des Pferdes efunden, genau beschrieben und abgebildet und als eine besondere rt der Plasmazellen aufgefasst worden waren.

d) Die **Fettzelle** (Fig. 75 c), ist eine echte Bindegewebszelle, die der egel nach nur im lockeren Bindegewebe vorkommt und zuweilen mit ıderen Bindegewebszellen durch Fortsätze zusammenhängt. Die Fettellen sind meist kugelige oder eiförmige Cytoblasten und bestehen aus ner homogenen, durchsichtigen Membran, einem grossen Fettopfen im Innern und einer ganz dünnen körnigen, der Zellmembran nen dicht anliegenden Zellsubstanzplatte, die an einer Stelle, wo e etwas stärker ist, einen bläschenförmigen meist ovalen Kern mit —2 Kernkörperchen enthält. Der Fetttropfen soll durch eine durchchtige Flüssigkeit von der Zellsubstanz geschieden sein.

Der wandständige Kern ist nur sichtbar, wenn die Zelle so liegt, dass der Kern ch gerade im Aequator befindet, während ein Pol der Zelle dem Auge des Beschauers ıgekehrt ist. In dem sich entwickelnden und im atrophischen Fettgewebe ist der ern leicht wahrzunehmen; die Zellen enthalten dann nur kleine Fetttröpfchen, sind einer als sonst, und zwischen ihnen findet sich mucinhaltige Zwischensubstanz. — den todten Fettzellen findet man häufig Krystallnadeln, die büschelförmig und der Regel so gelagert sind, dass sie von einem centralen Punkte strahlenförmig ısgehen (Fig. 75 c').

e) Die **pigmentirten Bindegewebszellen** (Fig. 75 k), finden sich nur an enigen Orten im Thierkörper. Sie haben eine spindel- oder sternrmige oder unregelmässige Gestalt, sind von ziemlich bedeutender rösse und mit langen Fortsätzen (3, 4 und mehr), die sich oft mit ıdern verbinden, versehen. Der Zellleib enthält undeutlich krystalliische Körnchen von Melanin in grossen Mengen, sodass er braun oder

schwarz erscheint, während der Kern in der Regel als ein farbloser Fleck im dunklen Zellleibe hervortritt.

f) Die **Wanderzellen** (Fig. 65 u. 66). Dies sind die vorn beschriebenen, mit amöboider Bewegung ausgestatteten Leucocyten. Sie werden im Gegensatz zu den fixen Gewebszellen als mobile Zellen bezeichnet. Aus ihnen gehen offenbar durch eine noch nicht näher bekannte Metamorphose die Mastzellen hervor.

Lagerung der Bindegewebselemente zu einander. Das Verhalten der faserigen Elemente zur Grundsubstanz versinnlicht man sich dadurch, dass man sich ein Haargeflecht, ein Sieb. oder einen Rohrsitz in eine Leim- oder Gummilösung so eingetaucht resp. eingelegt denkt, dass die Zwischenräume des Geflechts von der betr. Masse erfüllt sind. Schwieriger verständlich und interessanter ist das Lagerungs-Verhältniss der echten Bindegewebszellen zu der Grundsubstanz und den Fasern. Die Anschauungen der Autoren über diese Frage gehen noch weit auseinander. Allgemein angenommen wird nur der Satz, dass die Zellen stets ausserhalb der Fibrillenbündel (Fasern) liegen.

Einige Autoren lehren, dass die Zellen den Bindegewebsfasern oder den aus ihnen gebildeten Bündeln oder Membranen dicht anliegen und sie entweder scheidenartig wie ein Endothel in zusammenhängender Lage überziehen oder denselben, unregelmässig gelagert, gruppenweise und oft grosse Lücken zwischen sich lassend (Ranvier) anliegen und dabei entweder direct auf den Fasern oder auf einer diese umgebenden Kittsubstanz (Waldeyer) sitzen. — Andere Forscher glauben, dass die Zellen wie im Knochengewebe in kleinen vorgebildeten Hohlräumen derart sitzen, dass sie den Raum nicht ausfüllen und z. B. an einer Wand anliegen (Recklinghausen, Waldeyer). Wieder Andere versetzen die Zellen zwar auch in die Grundsubstanz, aber nicht in vorgebildete Höhlen. Einige Autoren fassen die Zellen als Endothelbekleidung der Safträume des Bindegewebes auf.

Offenbar ist das Verhältniss der Zellen zu den Fasern und der Grundsubstanz je nach der speciellen Formation des Bindegewebes ein verschiedenes; im festen Gewebe der Cornea sitzen die Zellen in vorgebildeten bestimmt gestalteten Höhlen, in den Sehnen bilden sie die Bekleidung der Bündel, beim blättrigen Bindegewebe bilden sie endothelartige Scheiden u. s. w.

Das **Saftkanalsystem des Bindegewebes** wird beim Lymphgefässsystem näher besprochen und soll hier nur das Allgemeinste angeführt werden. Das Bindegewebe vermittelt den Saftestrom im ganzen Thierkörper, d. h. es nimmt das Blutserum aus dem Blute auf, führt es zu den Gewebszellen hin und schafft es dann — nachdem es seinen Functionen genügt hat — nach den Lymphgefässen (resp. auch Venen).

Diese Thatsache und die weitere, dass das Bindegewebe auch andere Saftströmungen vermittelt und dass Wanderzellen wenig Widerstand bei ihren Wanderungen im Bindegewebe finden, haben Veranlassung zu der Lehre vom Vorhandensein eines Saftkanalsystems im Bindegewebe gegeben.

Von vielen Autoren (Recklinghausen, Waldeyer u. A.) wird gelehrt, dass ...h im Bindegewebe vorgebildete vielgestaltige kleine Hohlräume (Saftlücken) be...den, die mit hohlen Fortsätzen (Saftkanälen) versehen sind, die sich theilen ...d untereinander anastomosiren, sodass ein vollständiges Kanalsystem (Saftkanal...stem), das einerseits mit den Blut- und andererseits mit den Lymphgefässen in ...rbindung steht und den ganzen Thierkörper durchsetzt, zu Stande kommt. Nach ...ser Theorie erscheint das Bindegewebe als eine homogene Kittsubstanz mit ein...betteten Fasern und Hohlräumen, in denen die Zellen derart liegen, dass sie die...lben nicht ausfüllen, so dass ein Raum zum Circuliren der Lymphe frei bleibt. — Von ...deren Autoren wird angenommen, dass die Spalten im Bindegewebe von platten, ...dotheloiden Zellen austapezirt sind. — Nach Arnold stellen die Saftbahnen Lücken ...ischen den Fasern dar, welche durch die Kittleisten der Endothelien der Blutgefässe ...it dem Lumen der letzteren in Verbindung stehen. Die Bindegewebszellen liegen ... den Wänden dieser Höhlen, d. h. auf den Fasern. — Einige Autoren schreiben ...em Bindegewebe keine präformirten Spalten zu, sondern nehmen zufällige Spalt...ldungen an, die in Folge der Saftströmung zwischen den Fasern, auf denen die ...llen liegen, entstehen und wieder vergehen können; andere lehren, dass sich zwischen ...n Fasern nur flüssige Intercellularsubstanz (Lymphe) findet, sodass die Saftströmung ...behindert stattfinden kann, während wieder andere annehmen, dass die Zellen in ...ohlräumen der Grundsubstanz derart liegen, dass sie diese ganz ausfüllen und dass ...er Säftestrom durch den Zellleib hindurch gehen muss. Löwe beschreibt das Binde...ewebe als aus serösen Membranen mit serösen Spalten, in denen Lymphzellen vor...ommen, bestehend u. s. w.

Functionen des Bindegewebes. Das Bindegewebe hat eine mechanische und ...ne nutritive Function. In ersterer Beziehung stützt es die Organe, umgiebt sie kapsel...tig, durchsetzt sie und bildet ihr Skelet; es trägt die Gefässe und Nerven und um...üllt sie schützend, es bildet die Bänder der Gelenke, formirt die Sehnen, umhüllt die ...nochen, giebt allen Theilen die nothwendige Festigkeit u. s. w. Die Stoffwechsel...unction des Bindegewebes wird dadurch ermöglicht, dass die Fasern und Lamellen ...esselben ein den ganzen Organismus umfassendes System bilden, in welchem sich ...rosse und kleine mit Lymphe gefüllte Höhlen (Bauchhöhle, Brusthöhle, Augen...ammern, Saftkanäle) als Spalträume befinden. Das ganze Bindegewebe ist vollgesaugt ...it Lymphe, die fortwährend durch die Saftströmung gewechselt wird. Da sich nun ...lle Gewebselemente des Körpers im Bindegewebe resp. seinen Lücken finden, so ...egen sie auch alle in ernährender Lymphe, sodass das Bindegewebe als das die ...rnährung aller Gewebe und Organe vermittelnde Gewebe anzusehen ist. Das Binde...ewebe dient ausserdem auch als Fettreservoir für den Fall der Noth.

Die Genese des Bindegewebes wird zum Schlusse dieses Abschnittes be...prochen.

Die Eintheilung des Bindegewebes. Die Mannigfaltigkeit der Anordnung ...er Fasern und zum Theile auch das verschiedene Verhalten der Grundsubstanz und ...er Zellen bedingt es, dass das Bindegewebe in verschiedenen Formen oder Arten im ...hierkörper auftritt, die aber vielfach ineinander übergehen und die namentlich viel...ach miteinander gemischt (lockeres Binde- mit Fett- und elastischem, lockeres mit ...traffem Bindegewebe u. s. w.) auftreten. Deshalb ist jede Eintheilung des Binde...ewebes nach seiner Formation m. o. w. willkürlich und m. o. w. mangelhaft. Man ...at in Folge dessen auch in ganz verschiedener Art und Weise die Eintheilung ver...ucht; so unterscheidet man: 1. fibrilläres, 2. reticulirtes und 3. granulirtes, oder ... elastisches und 2. leimgebendes, oder 1. parenchymatöses, 2. intra-, 3. interparen...chymatöses, 4. chondroides etc Bindegewebe. — Toldt rechnet z. B. das reticulirte ...ewebe nicht zum Bindegewebe, sondern zum Lymphapparat und scheidet auch das ...ettgewebe als ein Gewebe eigener Art vom Bindegewebe ab.

Wir unterscheiden nachstehend folgende Bindegewebsformationen 1. fibrilläres [und zwar a) lockeres, b) straffes, fibröses, c) membranöses

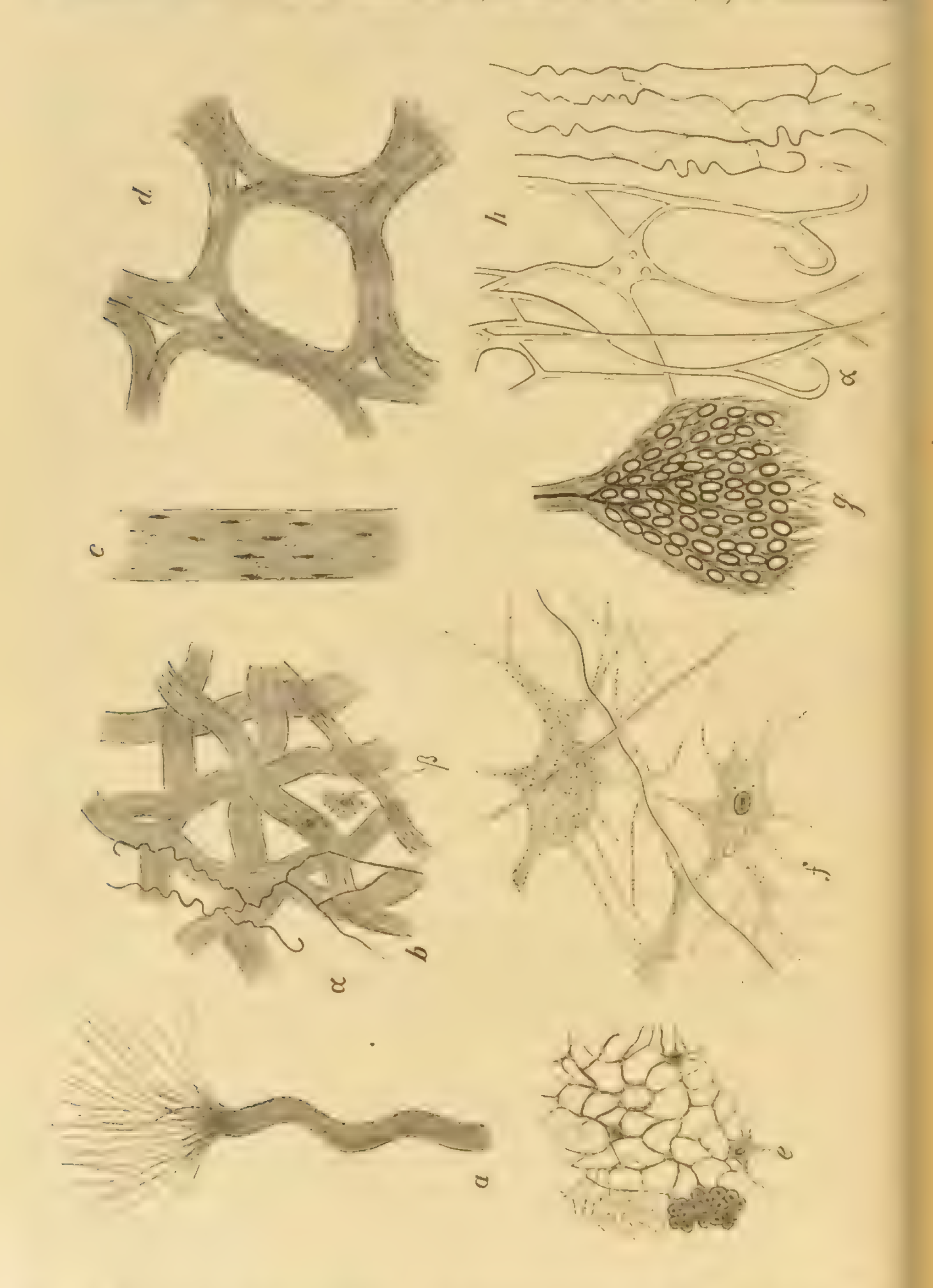


Fig. 78. Formen des Bindegewebes. *a)* Bindegewebsfaser, *b)* lockeres Bindegewebe mit *α*) elastischen Fasern und *β*) platten Zellen, *c)* straffes Bindegewebe, *d)* netzförmiges, *e)* reticulirtes Gewebe, dessen Maschen unten links mit Rundzellen gefüllt sind, *f)* Schleimgewebe, *g)* Fettgewebe mit Blutgefässen, *h)* elastisches Gewebe mit dicken [*α*] und dünnen [*β*] Fasern, Netz- und Plattenbildung.

und d) intraparenchymatöses], 2. blätteriges, 3. netzförmiges, 4. reticu-irtes (adenoides), 5. pigmentirtes Bindegewebe, 6. Fettgewebe, 7. elastisches und 8. Schleimgewebe, 9. fötales und embryonales Bindegewebe.

a) Das fibrilläre Bindegewebe.

Das fibrilläre Bindegewebe zeichnet sich durch das Ueberwiegen der zu Balken oder Membranen vereinigten, verschieden verlaufenden Fibrillenbündel aus. Zwischen den Balken oder Membranen finden sich Spalten oder Lacunen, die durch Einblasen von Luft und Einspritzen von Flüssigkeit bedeutend erweitert werden können und die während des Lebens mit der formlosen Zwischensubstanz (in welcher sich die Saftkanäle befinden) resp. mit Flüssigkeit (Flemming) gefüllt sind.

Das Bindegewebe, welches interstitiell im Parenchym der Organe auftritt, die Läppchenbildung u. dgl. bedingt wird als interparenchymatöses und dasjenige, welches in den Organen bis zu den allerletzten Organbestandtheilen vordringt, das intraparenchymatöse genannt, während dasjenige, welches selbständig Organe bildet, den parenchymatösen Bindesubstanzen zugerechnet wird.

α) Das lockere Bindegewebe (Interstitialgewebe. Flemming) (cf. Fig. 78 a u. b).

Vorkommen. Das sogen. lockere, gemeine (Brücke), formlose (Henle Reichert) Bindegewebe hat keine bestimmte äussere Form, ist das Bindemittel für alle Organe und Gewebstheile, stellt, in mehr oder weniger beträchtlichen Massen vorkommend, die Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen benachbarten Organen oder Körpertheilen dar und füllt dabei Höhlen und Zwischenräume aus. (Der Anfänger veranschaulicht sich die groben Eigenschaften dieses Gewebes am besten an dem reichlichen, locker-maschigen Unterhautgewebe).

Bau. Das lockere (areolirte) Bindegewebe stellt ein zusammenhängendes, unregelmässig gestaltetes Balkengerüst oder Maschenwerk dar, dessen meist Gefässe und Nerven enthaltende, bald mehr rundliche, bald mehr abgeplattete (membranartige), durch Aneinanderlagerung von Bindegewebsfasern entstandene Balken und Bälkchen einander in den verschiedensten Richtungen und Ebenen durchkreuzen und die Gewebslacunen, ein System unregelmässig gestalteter spaltförmiger Räume (daher Zellgewebe, Bichat), die während des Lebens lymphatische Flüssigkeit (oder Grundsubstanz) enthalten, zwischen sich lassen. Je nach der Grösse dieser Lacunen, die mit Luft aufblasbar sind und deren krankhaft starke Anfüllung mit Flüssigkeit das Oedem darstellt, erscheint das Gewebe mehr oder weniger locker. Die Balken resp. Lamellen bestehen aus Fibrillenbündeln und elastischen, oft netzförmig zusammenhängenden Fasern und einer weichen, structurlosen, ungleichmässig vertheilten und stellenweise nur minimalen Kitt- oder Grundsubstanz. Die Fibrillenbündel verlaufen wellig, lockig oder gestreckt und sind ebenso wie ihre Balken sehr locker und Lücken zwischen sich lassend an einander gefügt. Nach der Form der Balken

ist der Bau des Bindegewebes entweder ein lamellärer (Key und Retzius) oder ein mehr spongiöser. Im lockeren (interparenchymatösen) Bindegewebe kommen ausser den echten Bindegewebszellen sehr häufig Fettzellen vereinzelt oder in Massen. Waldeyer'sche Plasmazellen, Rundzellen und seltener auch Pigment- und Mastzellen vor.

Die aus lockerem Bindegewebe bestehenden Massen sind verschiebbar, zu passiven Gestaltänderungen sehr befähigt. Sind sie häufigen und umfangreichen Verschiebungen und Dehnungen ausgesetzt, dann sind sie reicher an elastischem Gewebe als gewöhnlich.

β) Das straffe Bindegewebe (Sehnengewebe).

Vorkommen. Das straffe (geformte (Henle), feste, fibröse (Brücke) Bindegewebe (Fig. 78 c) erscheint 1. in Form von Sehnen und Ligamenten und 2. in Form der fibrösen und serösen Häute (membranöses Bindegewebe).

Bau. Das Sehnengewebe ist dadurch charakterisirt, dass die Fibrillenbündel und die Faserbalken unter einander parallel verlaufen und ziemlich dicht an einander liegen und dass die Faser- und Fibrillenbündel ziemlich regelmässig geformt und angeordnet und in den Sehnen nach der Axe derselben gerichtet sind. Die Fibrillenbündel vereinigen sich durch Kitt zu kleinen runden oder abgeplatteten Bündeln und diese mit ähnlichen durch lockeres Bindegewebe zu grösseren Körpern z. B. zu Ligamenten oder in etwas complicirterer Art und Weise zu Sehnen. In denselben kommen auch feine elastische Fasern vor, welche mit der Axe der Sehnen resp. Bänder verlaufen und durch Queranastamosen mit einander verbunden ein Netz bilden. Die zelligen Elemente des straffen Bindegewebes sind dieselben wie die des Bindegewebes überhaupt. Sie liegen auf oder zwischen den Fibrillenbündeln und sind in zusammenhängenden oder durchbrochenen Reihen angeordnet (cf. Fig. 75 e).

Der Bau der **Sehnen** erhellt aus der Betrachtung von Langs- und Querschnitten. An Längsschnitten bemerkt man die parallel verlaufenden Fibrillenbündel und zwischen diesen m. o. w. spindelformig erscheinende Zellen (Fig. 78 c) und von Zeit zu Zeit zwischen Gruppen von Fibrillenbündeln Züge resp. Lamellen von lockerem Bindegewebe, welche die ganze Sehne der Länge nach durchschneiden.

Am Querschnitt (Fig. 79) erkennt man, dass die Sehne vom Bindegewebe umhüllt ist, welches nach aussen durch eine Basalmembran, auf der ein zusammenhängendes Endothelhäutchen sitzt, abgeschlossen ist und an den Sehnenenden mit dem Periost der Knochen in Verbindung steht. Der Innenraum der Sehne erscheint durch Bindegewebszüge (interfasciculäres Bindegewebe), die mit dem umhüllenden Gewebe in Verbindung stehen, in Fächer abgetheilt. Man bemerkt grosse durch stärkere Züge getrennte Fächer, in diesen kleinere durch schwächere Bindegewebsbalken resp. -Membranen begrenzte und in diesen noch kleinere, m. w. rundliche durch dunkle Linien und sternformige dunkle Figuren begrenzte Fächer. In diesem durch lockeres Bindegewebe hergestellten Fachwerk, dessen grossere Scheidewände man sich als (unter Umständen mehrfach lamelläre) Häute (wie die Septen in Mohnsamenköpfen) denken kann (Peritenien) liegt das eigentliche Sehnengewebe. Der Aufbau der ganzen Sehne gestaltet sich hiernach, wie folgt: Die Fibrillen bilden die mit einer

morphen Masse umhüllten Fibrillencylinder (Sehnenfasern; von manchen Autoren unglücklicher Weise primäre oder primitive Sehnenbündel genannt) Diesen von einer

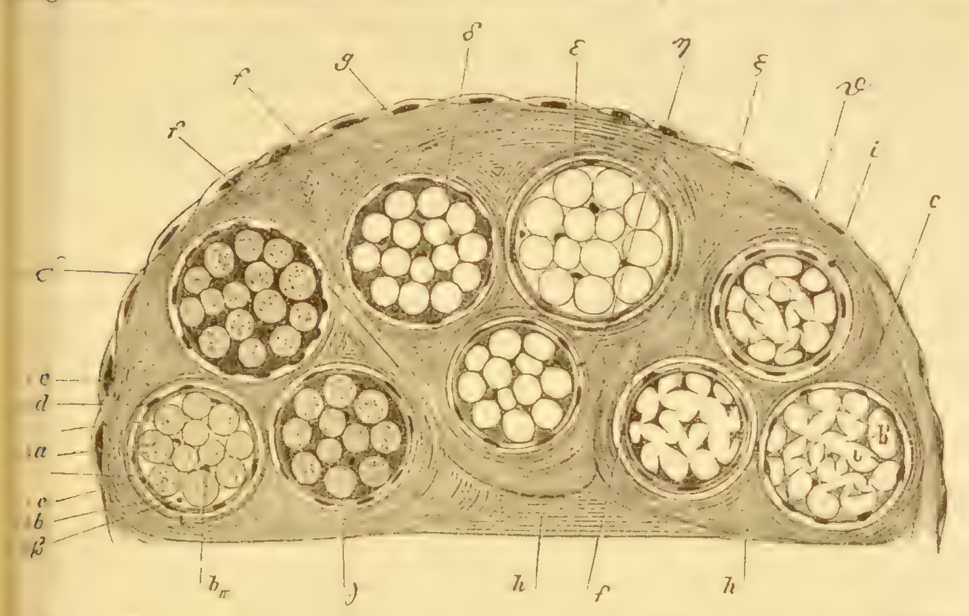


Fig. 79. Sehnenschema mit 9 mit den fortlaufenden Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichneten und in verschiedener Art dargestellten Primarbündeln, von denen sich je 3 durch Interfasciculärgewebe [*e*] zu einem Secundärbündel, und diese durch Interstitialgewebe [*f*] zum Tertiärbündel vereinigen. Der Tertiärbündel ist durch Bindegewebe [*h*] vom benachbarten geschieden und aussen mit Endothel [*g*] belegt. An jedem Primärbündel bemerkt man *a* die Sehnenfasern mit ihrer Umhüllungsmembran *b*), *c*) die blätterige Hülle mit den Kernen ihrer Endothelzellen, *h* II die Kerne der Sehnenzellen in den sternförmigen Lücken und *i*) den perifasciculären Lymphraum.

Kittscheide umgebenen Fasern liegen aussen (vielleicht in der Kittscheide sitzende) Zellen an Die mehr oder weniger rundlichen Fasern vereinigen sich (30 – 50) zu den sogen. primären Sehnenbündeln (Sehnenfascikel), die von einer membranösen Scheide (Tendilemma, Löwe, Endotenium, Axel Key), der aussen ein Endothel aufsitzt, umgeben sind. Zwischen die primären Bündel, in denen, da die sich aneinander legenden Fasern von rundlicher Gestalt sind, sternförmige Lücken bemerkbar sind, ragen periteniale Bindegewebsmembranen, die mit anderen zusammenstossen und 2—20 solcher primären Bündel zu einem grossen Bündel (secundäres Bündel), das sie scheidenartig umgeben, verbinden. (Das secundäre Bündel besteht also aus einer bindegewebigen Hülle, die Fortsätze nach innen zur Abtheilung des Hohlraumes in Fächer, in denen je ein primäres Bündel liegt, absenden). Zwischen dem Tendilemma und der Fachwand bleibt ein Lymphraum (Löwe). Die secundaren Bündel werden wieder durch Septen bildende Bindegewebszüge zu tertiären vereinigt. Zwischen den Septen und der Hülle der secundären Bündel bleibt wieder ein Lymphraum. — Die Form der eigentlichen, den Sehnenfasern ansitzenden **Sehnenzellen** wird verschieden geschildert. Nach Ranvier sind es platte, oft hohlziegelartige, um die Faser gebogene mit Druckleisten (nach Boll elastischen Streifen) versehene Zellen (Fig. 75 e¹). Waldeyer hält die Zellen für Flügelzellen. Dieser Anschauung schliessen sich viele Autoren an und sind einige der Ansicht, dass die von der elastischen Platte entspringenden Flügel durch Verbindung zusammenhängende Häutchen bilden, welche die Sehnenfasern scheiden und umhüllen. [Feltz, Mays, Ginsberg u. A. sprechen von zwei Arten von Sehnenzellen, nämlich von platten

quadratischen und spindelförmigen, langgestreckten Zellen. Feltz glaubt, dass die Zellen nach Art und Alter der Thiere verschieden sind. Die viereckigen platten Zellen liegen in Reihen übereinander (Fig. 75 c) und erscheinen in der Seitenansicht spindelförmig.] — Die Entstehung der Zellen mit Flügeln und Leisten veranschaulicht man sich am besten, wenn man etwas Modellirwachs zwischen die Finger beider Hände legt und diese fest aneinander drückt (Ranvier). — Thin nimmt an, dass an den Sehnenfasern flache und zwischen ihnen sternförmige Zellen liegen, deren Fortsätze die Sehnenfasern umschlingen und die elastischen Streifen vortäuschen.

Da die peripheren Sehnenbündel an die Sehnenhülle anstossen, so ist es selbstverständlich, dass unter letzterer subendotheliale Sehnenzellen liegen.

Das Lückensystem der Sehnen. In jedem primären Sehnenbündel ist ein feines Lückensystem zwischen den Fasern; dieses steht mit den grösseren Spalten zwischen Tendilemma und Septum der primären Bündel und dieses mit dem zwischen der Hülle und dem Septum der secundären Bündel etc. in Verbindung und stellt die Wurzeln der Lymphgefässe der Sehnen dar.

Die **Aponeurosen** sind flächenartig ausgebreitete Sehnen, in denen die Sehnenfascikel einfach oder mehrschichtig übereinander liegen und an gewissen Stellen von quer- resp. schiefziehenden Bündeln durchzogen werden.

Die **Gelenkbänder** zeigen in der Regel kein so inniges Aneinanderhaften der Sehnenbündel, sondern sind durch eine reichlichere Lage lockeren Bindegewebes untereinander verbunden. Die elastischen Bänder werden an anderer Stelle besprochen.

Die starken **Fascien** gleichen ganz den Aponeurosen, wogegen die dünnen reicher an elastischem Gewebe und lockerer und weniger regelmässig gebaut sind. An der den Muskeln zugekehrten Fläche gehen sie in lockeres Bindegewebe über.

Die Sehnen, Bänder etc. zeigen nicht selten da, wo sie an Knochen und Knorpel sich ansetzen, eine sogen. Uebergangszone in ihrem Bau (cf. Bewegungsorgane).

γ) Das **membranöse (parenchymatöse) Bindegewebe** ist dasjenige Bindegewebe, welches Häute bildet. Als Bindegewebshäute fasst man auf: das Periost und Perichondrium, die Bindegewebskapseln vieler Organe (tunica albuginea), das Mesenterium, die Hirnhäute, die Adventitia der Blutgefässe, das Corium, die serösen und synovialen Häute und die meisten Schleimhäute. Die fibrösen und serösen Membranen bestehen wesentlich aus sehnigem Gewebe, die anderen Häute aus lockerem oder eigenthümlich verfilztem Bindegewebe; in einigen Häuten, die man nicht hierher zu rechnen pflegt, tritt das reticulirte Gewebe auf. Elastische Fasern trifft man in den Membranen je nach ihrem Vorkommen in sehr verschiedener Menge an.

δ) **Das intraparenchymatöse Gewebe.** Alle Organe sind von Bindegewebskapseln umgeben; die von diesen in das Innere der Organe eindringenden groben Bindegewebszüge (interparenchymatöses Bindegewebe) bestehen in der Regel aus lockerem, selten aus straffem Bindegewebe. Von diesem geht erst das intraparenchymatöse Gewebe ab. Dieses besteht aus Fibrillenbündeln oder Fibrillen, die bis zwischen die zelligen parenchymatösen Elemente des Gewebes eindringen und je nach den Organen eine verschiedene Anordnung zeigen. Sie stellen oft sehr zarte Netze dar und erscheinen dann als reticulirtes Bindegewebe.

b) Das lamelläre (blätterige, Scheiden bildende) Bindegewebe.

Bau. Das lamelläre Bindegewebe ist zuerst von Ranvier beschrieben worden. Es stellt Bindegewebsplatten dar, die im Innern keine zelligen Elemente enthalten, aber mit platten Zellen, die zuweilen eine zusammen-

hängende Endothelschicht bilden, von aussen bedeckt sind. Die Lamellen bestehen aus Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern, die in einer amorphen Substanz liegen. Oft liegen mehrere Platten an einander resp. aufgerollt concentrisch um einander herum und sind dann durch Zellen von einander geschieden. Das Gewebe der Platten ist von dem lockeren Bindegewebe insofern chemisch verschieden als es sich zu Tinctionsmitteln anders als dieses verhält. Das stets massenhaft in den Lamellen vorhandene elastische Gewebe ist in 3 Formen, in Form von **Platten, Körnern und Fasern** vorhanden.

Nach Ranvier ist die Urform des elastischen Gewebes die der Körner; durch Verklebung an einander gereihter Körner entstehen die Fasern etc. — Beim Pferd sollen in den lamellären Nervenscheiden ganz eigenthümliche Zellen mit gewundenem Kern, der von halskrausenartiger Formation des Zellleibes umgeben ist, vorkommen (Cellules godronnées).

c) Das netzförmige Bindegewebe (Fig. 78 d).

Bau. Dieses Gewebe besteht aus geradlinigen platten, membranartigen Bindegewebsbalken, die einander in verschiedenen Richtungen aber in derselben Ebene durchkreuzen, mit platten Bindegewebszellen belegt sind und Netze von einer gewissen Regelmässigkeit bilden. Die Balken sind von verschiedener Grösse und geben auch Zweige ab, die sich mit anderen vereinigen und sich wieder trennen. Sie bestehen aus Fibrillenbündeln, Grundsubstanz und Zellen. Die letzteren liegen aber in der Regel nur auf den freien Flächen. In dem Omentum enthält das Balkenwerk auch ein elastisches Fasernetz, das an den Kreuzungspunkten grosse durchlöcherte Platten bildet. Die Balken sind, wenn sie serösen Häuten angehören (Omentum, Mesenterium) über dem Bindegewebszellbelag noch mit einem zusammenhängenden Endothelhäutchen bedeckt. Die Maschen zwischen den Balken sind von verschiedener Grösse und entweder leer — stellen also Löcher dar — oder durch eine glashelle Membran geschlossen.

d) Das adenoide (reticulirte) Bindegewebe (cf. Fig. 78e).

Bau. Bei der ersten Betrachtung scheint dieses Gewebe aus anastomosirenden Fortsatzzellen zu bestehen; die genauere Untersuchung ergiebt aber, dass es sich aus Bindegewebsfasern oder ganz dünnen, zarten mit platten Zellen belegten Faserbälkchen, die sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen, sich mit einander vereinigen, sich wieder trennen und wieder vereinigen u. s. w. und so ein zartes Reticulum bilden, aufbaut. Von dem netzförmigen Bindegewebe unterscheidet sich das adenoide durch die Zartheit seiner Balken und dadurch, dass sich

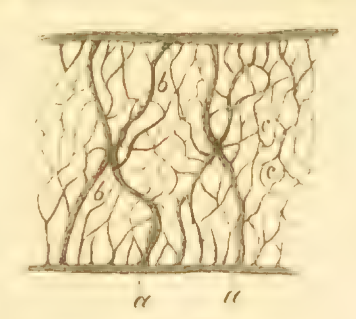


Fig. 80.
Reticulirtes Gewebe aus der Milz.

diese in den verschiedensten Ebenen behufs Netzbildung durchkreuzen und dass sich in den Maschen des mit platten (häufig an den Kreuzungspunkten besonders deutlichen) Zellen belegten Reticulums die Parenchymzellen der betr. Organe oder Haufen von Wanderzellen vorfinden.

Die Lehre, dass das Reticulum durch faserige Zellfortsätze gebildet werde (Toldt, Krause u. A.) ist nicht haltbar. Entfernt man auf irgend eine Weise die sämmtlichen Zellen des Netzes, dann bleibt, wie ich dies oft gesehen habe, ein faseriges Reticulum zurück. In pathologischen und embryonalen Geweben kommt das zellige Reticulum vor, in physiologischen ausgebildeten Geweben ist es ungemein selten.

Vorkommen und Verschiedenheiten. Das reticulirte Gewebe finden wir in allen lymphoiden Organen (Lymphdrüsen, Lymphfollikel, Mandeln, Meyer's Organ, Malpighi'sche Körperchen der Milz, Darm- und Uterusmucosa u. s. w.) und sind daselbst die Maschen mit Leucocyten gefüllt, ja vollständig vollgestopft, sodass das Fasernetz nur nach dem Entfernen eines grossen Theils der Zellen sichtbar wird. Die Leucocyten befinden sich hier im lebhaften Vermehrungsprocess, und erscheinen deshalb diese Organe als Productionsstellen der Leucocyten, und wird demgemäss das Gewebe mit Recht als **cytogenes** bezeichnet. — Das reticulirte Gewebe kommt aber nicht nur in den lymphoiden, sondern noch in vielen anderen Organen (Leber, Nieren, Gehirn, Rückenmark, Retina u. s. w.) als intraparenchymatöses Bindegewebe vor und liegen daselbst in seinen Maschen die betr. Parenchymzellen oder Drüsenschläuche etc. — In den Bälkchen des reticulirten Gewebes befinden sich oft Blutgefässe, sodass das Bälkchengewebe dann als eine perivasculäre Gefässscheide, eine Art Gefässadventitia erscheint.

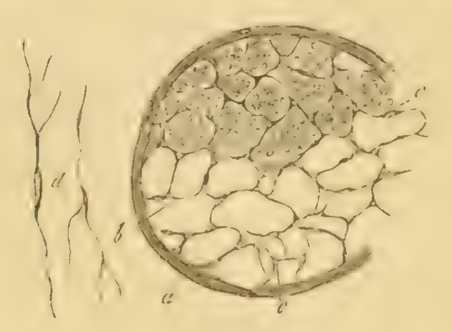


Fig. 81.
Cytogenes Gewebe einer Lymphdrüse.

e) Das pigmentirte Bindegewebe (cf. Fig. 75k).

Bau. Das Bindegewebe wird als pigmentirtes bezeichnet, wenn die oben beschriebenen, durch Fortsätze netzartig unter einander verbundenen Pigmentzellen in so grossen Mengen vorhanden sind, dass das Gewebe wesentlich aus ihnen besteht und ein braunes oder schwarzes Ansehen besitzt.

Vorkommen. Es findet sich in der Iris und Chorioidea des Auges. Ausserdem kommen Pigmentzellen vereinzelt in der pia mater, in der Unterhaut u. s. w. vor.

f) Das Fettgewebe (Fig. 82).

Bau. Die Fettzellen (cf. S. 75 c), die überall im lockeren, ja sogar ausnahmsweise auch im straffen Bindegewebe vorkommen können, im-

den sich selten vereinzelt, meist in kleinen, oft kugelige Gruppen oder Läppchen vereinigt vor. Die Fettzellgruppen sind von Bindegewebe umhüllt und enthalten in der Regel Blutgefässe resp. Capillaren, welche polygonale Maschennetze bilden. An stärkeren Capillaren hängen die Fetträubchen oft wie Beeren am Stiel (cf. Fig. 78g). Die mikroskopisch kleinen Anhäufungen von Fettzellen nennt man primäre Läppchen; sie vereinigen sich gruppenweise durch intraparenchymatöses Bindegewebe zu secundären und diese durch interparenchymatöses Gewebe zu tertiären Lappen und diese event. zu grossen Fettmassen (Fettorgane).



Fig. 82. Lockeres Bindegewebe mit Fettzellen. Vergr. $^{350}/_{1}$.

Selten kommen kleine gefässlose Fettzellgruppen vor (Fettinseln, Flemming), meist sind sie gefässreich (Zellstränge, Flemming) oder bilden stark vascularisirte lappige Anhäufungen (eigentliche Fettläppchen, Fl.).

Vorkommen. Das Fettgewebe findet sich bei gut genährten Thieren sehr verbreitet im lockeren Bindegewebe und besonders reichlich in der Unterhaut und an und um sehr beweglichen, sehr empfindlichen, und solchen Organen, die der Abkühlung stark ausgesetzt sind u. s. w. Es fehlt in der Schädelhöhle, den Augenlidern, dem Hodensack, dem Penis, der Clitoris und kommt am Ohr, der Nase und den Lippen nur in sehr geringer Menge vor. Bei mageren Thieren trifft man nur an wenig Stellen noch Fettgewebe an, so in den Augenhöhlen, am Ohrmuschelgrunde, um die Nieren, in den Knochen und im Wirbelkanal.

Entstehung und Natur des Fettgewebes. Das Fettgewebe wird entweder als Bindegewebe mit verfetteten Zellen (Flemming u. A.) oder als ein eigenes, den Drüsen analoges Gewebe (Fettorgan, Toldt, Löwe, Ranvier) aufgefasst. Flemming erklärt das Fettgewebe der Säugethiere für stark vascularisirtes fibrilläres Bindegewebe mit fettgefüllten Zellen, das nicht abgegrenzt ist, stets Fibrillenbündel mit Zellplatten und intralobuläre Bindegewebszellen, die oft zahlreicher sind als die Fettzellen und mit diesen in Verbindung stehen, enthält. Durch Anfüllung und Aufblähung von Bindegewebszellen, die an den Lacunenwänden liegen, entsteht das Fettgewebe. Es enthält keine Lymphgefässe (Toldt will solche gesehen haben). Die Blutgefässe fehlen nur in den selten vorkommenden Fettinseln, in denen sie nachträglich entstehen. Gewöhnlich entstehen die Fettzellen aus den platten Bindegewebszellen; aber auch Plasmazellen und vielleicht auch Wanderzellen können zu Fettzellen werden.

Embryonal entsteht das Fettgewebe aus und mit jungem Bindegewebe aus dem Meso- resp. Parablast. Die zu Fettzellen werdenden kugeligen zelligen Elemente enthalten zunächst einen oder einige kleine Fetttropfchen; diese vermehren sich, werden immer grosser und verschmelzen miteinander zu grosseren Fetttropfen, die

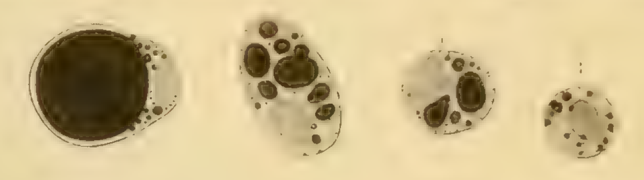


Fig. 83. Entstehung der Fettzellen, das Fett schwarz gefärbt dargestellt.

wieder mit andern verschmelzen, bis allmälig ein grosser Fetttropfen die ganze Zelle erfüllt und nur noch von einer dünnen Zellsubstanzschicht umgeben ist. Während dieses Vorganges entsteht, nachdem Kerne und Protoplasma gegen die Peripherie gedrängt sind, die Zellmembran durch Erstarren der periphersten Schicht des Zellleibes oder der umgebenden gallertigen Grundsubstanz. Nach Hoggan u. A. bilden sich die Fettzellen nur aus den Wanderzellen. Toldt unterscheidet zwischen dem Vorkommen fetterfüllter Zellen und dem eigentlichen Fettgewebssystem, welches Fett anhäuft, bereitet und verarbeitet, und daneben als Polsterungs- und Ausfüllungsmittel zwischen anderen Körperbestandtheilen dient. Die Merkmale des echten Fettgewebes sind nach Toldt: 1. es entwickelt sich an bestimmten, allen Thierklassen gemeinsamen Stellen und breitet sich gesetzmassig aus, 2. es ordnet sich zu Läppchen an, die in genetischer Beziehung zu einander stehen, 3. es besitzt ein selbständiges und typisch entwickeltes Gefasssystem, 4. es persistirt unter allen Ernahrungsverhaltnissen des Korpers und variirt nur in der Massenentfaltung und dem Aussehen. — Die echten Fettzellen, die von den Bindegewebszellen mit Fettablagerung wohl zu unterscheiden sind, stellen drüsige Elemente dar, welche Fett bilden.

g) Das elastische Gewebe.

Eigenschaften Das elastische Gewebe ist ausgezeichnet durch einen hohen Grad von Elasticität, (sodass ausgedehnt gewesene Fasern sich wie Hobelspäne spiralig kräuseln, dass dünne Häutchen sich zusammenrollen u. s. w.), durch starken Glanz und bedeutende Resistenz gegen Säuren, Alkalien, Verdauungsflüssigkeit etc., ferner dadurch, dass seine Fasern keine Bündel bilden, wohl aber Theilungen eingehen und sich zu Netzen mit verbreiterten Kreuzungspunkten formiren, ferner dadurch, dass das Gewebe beim Kochen keinen Leim giebt und sich erst bei 160° löst und endlich noch durch sein Verhalten zu Tinctionen: es färbt sich durch Picrocarmin gelb, während das Bindegewebe bei dieser Farbung röthlich wird u. s. w.

Formationen. Das elastische Gewebe kommt in verschiedenen Formen im Thierkörper vor:

1. in Form von dünnen, grossmaschige Netze bildenden Fasern im fibrillären und membranösen Bindegewebe (s. vorn).

2. in Form von dicken elastischen Fasern. In dieser Form bildet das Gewebe den Hauptbestandtheil gewisser Theile des Thier-

örpers (ligamentum nuchae, ligamenta flava, ligam. vocalia, ligam. tylohyoid., suspensor. penis etc.). Die Fasern liegen in der Regel gestreckt neben einander und sind durch lockeres, Gefässe führendes Ge-

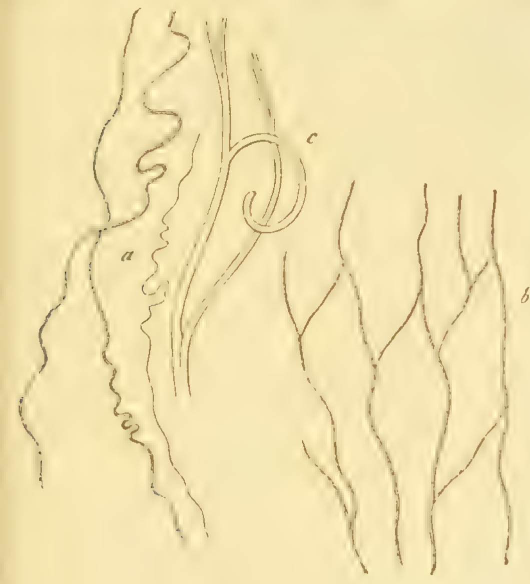


Fig. 84. Elastische Fasern. *a)* unverzweigte, *b* und *c)* sich verzweigende elastische Fasern.



Fig. 85. Netzförmig angeordnete elastische Fasern aus der mittleren Haut der Lungenarterie des Pferdes. Vergr. $^{350}/_{1}$.

webe an einander befestigt. Sie sind solid, erscheinen doppelt contourirt, indem sich eine dunklere centrale Axen- von einer helleren peripheren Rindenschicht abhebt; sie lassen kein streifiges Aussehen und keinen fibrillären Bau erkennen, sind auch nicht hohl, wie wohl behauptet wurde, bestehen aber aus 2 Substanzen, einer axialen (centralen) und einer peripheren. Zwischen beiden existiren chemische Verschiedenheiten nicht, sondern sie bestehen beide aus Elastin und unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass die Axensubstanz weniger dicht ist als die periphere und deshalb aus dieser heraus macerirt werden kann. Bei Behandlung mit Kali löst sich die axiale Substanz auf und es bleibt die periphere Schicht in Form einer feinen Hülle, resp. eines Schlauchs zurück. Die Fasern vereinigen sich derart zu Bündeln, dass zwischen ihnen eine Kittsubstanz liegt, welche von Bindegewebsfasern durchzogen ist, sodass also keine Fibrillenbündel, wie beim Bindegewebe gebildet werden. In dem Kitt kommen zerstreut Zellen vor, die mit einer Seite den Fasern anliegen. Auf dem Durchschnitt erscheinen die Fasern rundlich, drei- oder mehrseitig; oft ist der Querschnitt gekerbt, ein Zeichen, dass die Fasern durch Verschmelzung mehrerer entstanden sind. Ein Saftkanalsystem fehlt. Die Lymphe muss also in der interfibrillären Substanz circuliren.

3. in Form von Fasernetzen und Geweben, in denen dicke und dünne elastische Fasern gemischt sind (Netzknorpel, Ge-

fässe). Die elastischen Fasernetze theilt man überhaupt ein in grobe und feine. Die ersteren sind engmaschig und enthalten meist dicke, während die letzteren weitmaschig sind und aus dünnen Fasern bestehen. Die ersteren gehen leicht in die Form 5 über.

4. in Form von umspinnenden Fasern (s. vorn).

5. in Form von elastischen Platten und zarten dünnen elastischen Häuten. Bei ersteren kann die Natur des Gewebes meist mit Sicherheit nachgewiesen werden, indem durch gewisse Behandlungsmethoden in den Platten die elastischen Fasern darstellbar sind. Die elastischen Platten finden sich häufig in den elastischen Netzen an den Vereinigungspunkten von elastischen Fasern und sind oft durchlöchert (membranae fenestratae), manchmal entstehen sie aber auch durch Flächenausbreitung und Aneinanderlagerung elastischer Fasern (Aorta etc.). Die zarten elastischen Membranen (Glashäute) fallen in die Gruppe der structurlosen Häute, und man betrachtet diejenigen unter denselben als elastische, welche die obigen Eigenschaften des elastischen Gewebes erkennen lassen. Sehr oft bestehen sie aus einer Mischung von Binde- und elastischem Gewebe (lamelläres Bindegewebe).

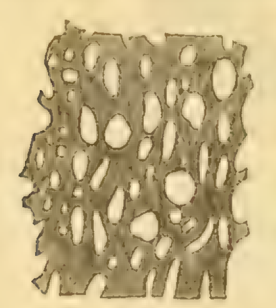


Fig. 86.
Membrana fenestrata.

8. Das Schleimgewebe (gallerttiges Bindegewebe) (cf. Fig. 78f).

Diese Bindegewebsart zeichnet sich durch einen grossen Gehalt an schleimhaltiger, formloser, gallertartiger Zwischensubstanz aus und wird als ein auf einer früheren Entwickelungsstufe stehen gebliebenes Bindegewebe betrachtet. Man findet dasselbe im Glaskörper des Auges und in der Wharton'schen Sulze des Nabelstranges. Die Glaskörpersubstanz besteht aus einer Gallertsubstanz, die nur wenig rundliche Zellen enthält. Das Schleimgewebe der Sulze (cf. Fig. 78f) besitzt grosse körnige Protoplasmazellen mit zahlreichen, verzweigten, ein Netz bildenden, mit Fortsätzen versehenen Zellen und spärlichen oder zahlreicheren kleinen Bindegewebsbündeln. In der gallertigen Grundsubstanz finden sich auch Wanderzellen.

9. Das embryonale und fötale Bindegewebe (cf. Genese des Bindegewebes).

Die Entwickelung des Bindegewebes.

Das Bindegewebe entsteht zwischen dem Epi- und Hypoblast, d. h. in der Region des Mesoblasten, aus Zellen, die den Leucocyten gleichzustellen sind und die vom sogen. Parablasten abstammen. Die Zellen sind anfangs kugelig; sie wachsen dann, bekommen Fortsätze, werden spindel- und sternförmig (Fibroblasten) und verbinden sich miteinander. Anfangs besteht das spätere Bindegewebe nur und allein aus den leucocytären Zellen (embryonales Bindegewebe), bald aber entsteht zwischen den in der genannten Weise wachsenden und sich umbildenden Zellen eine ...

albuminoide zähe Zwischensubstanz und das Gewebe nimmt den Character des gelatinosen Schleimgewebes an. In der Zwischensubstanz treten bald ausserordentlich dünne, verschieden lange Fasern spärlich auf (fötales Bindegewebe, Schleimgewebe). Die Fasern liegen stets ausserhalb der Zellen und sind unter Umständen per contiguitatem mit denselben verbunden, so dass die Zellen den Fasern von aussen anliegen und sich unter Umständen um ein Bündel herumrollen oder oben auf membranartig nebeneinander liegenden Bündeln sitzen.



Fig. 87. Homogene Grundsubstanz mit Rundzelle.

Die Fibrillen sind chemisch und physicalisch stets von den Zellen bedeutend verschieden

Im späteren Verlaufe der Entwickelung nimmt die Faserbildung immer mehr zu, es tritt Zellvermehrung und Zelldifferenzirung ein und so entstehen die verschiedenen Arten des Bindegewebes.

Bei Vorherrschen der Leucocytenform der Zellen entsteht, wenn die Faserbildung in den Hintergrund tritt, das cytogene Gewebe; bei bedeutenden Zellumwandlungen, je nach der Natur derselben das Fettgewebe, das pigmentirte Bindegewebe und das Endothelgewebe, bei einfacher Abplattung der Zellen und bedeutender Faservermehrung, so dass die Fasern in den Vordergrund treten, je nach der Natur dieser, das leimgebende fibrilläre oder das elastische Bindegewebe.

Der Zeit nach entstehen zuerst die leimgebenden Fasern, dann die Fettzellen, zuletzt die elastischen Fasern.

Die Lacunen des Bindegewebes entstehen durch Spaltbildungen oder Verflüssigungen der Intercellularsubstanz. Die meist bedeutende Umänderung der Zellformen erfolgt durch Druck (der Intercellularsubstanz, der Fibrillenbündel etc.) oder durch Abgabe eines bedeutenden Theiles des Zellleibes an die Grundsubstanz oder durch innere chemische Umwandlung und Anpassung an bestimmte Functionen Ueber die Art der Faserentstehung ist man noch verschiedener Meinung. Dass leimgebende Fasern frei in der Grundsubstanz entstehen können und entstehen, ist bewiesen (Ranvier u. A.); ob sie daneben aber auch in anderer Art sich bilden, ist noch zweifelhaft. Die elastischen Fasern scheinen direct als Zellausläufer zu entstehen.

Controversen. Die meisten Autoren lehren, dass sich das Bindegewebe direct aus dem Mesoblast entwickelt, dass seine Zellen also Mesoblastzellen sind (Remak, Reichert, Kölliker, Schenk, Götte, Stricker etc. etc.). Wilh. Müller sagt, im Mesoblast entstehen erst Blutgefässe, aus diesen wandern Leucocyten aus und diese bilden das Bindegewebe. His, Waldeyer u. A. nehmen die Entstehung des frgl. Gewebes aus dem Parablast, worunter aber Waldeyer etwas Anderes als His versteht, an.

Die Entstehung der Intercellularsubstanz überhaupt erfolgt entweder in Form einer Secretion oder in der Weise von den Zellen, dass diese unter fortwährendem Wachsthum ihren peripheren Theil ununterbrochen in Zwischensubstanz umwandeln.

a) Die Entstehung der leimgebenden Fasern. Schwann glaubte, dass die sogen. geschwänzten spindelförmigen Körperchen des Bindegewebes sich an ihren Enden in ein Bündel von Fibrillen umwandelten. Valentin, Obersteiner,

Kusnekoff lassen nicht ein Fibrillenbündel, sondern nur eine Fibrille aus einer Zelle resp. Zellfortsatze hervorgehen. Boll und andere neuere Histologen nähern sich in ihren Anschauungen Schwann, sie glauben, dass der periphere Theil der Bindegewebszellen sich in ein Fibrillenbündel verwandele, dass die Fibrillen sich als gewissermassen von den Zellen abblätterten. — Henle, Reichert, Donders, Virchow, Ranvier, Gerlach, Kölliker, Kollmann u. v. A. glauben an eine freie Entstehung der Fibrillen in der Grundsubstanz etwa wie bei der Blutgerinnung im gleichmässigen Plasma Fibrillenbildung erfolgt. Dieser Anschauung schliesst sich auch Laulanié an, der aber das Auftreten der Fibrillen abhängig von einer Einwirkung der Zellen auf die Grundsubstanz macht, sodass sich z. B. auch die Richtung der Fibrillen nach der Anordnung der Zellen richtet. Rollet glaubt, dass sowol die Faserentstehung aus Zellen durch Abblätterung (Sehnen) als auch die freie Fibrillenbildung (im Netz) vorkomme.

Nach Ziegler bildet sich bei Restitutionsvorgängen das Bindegewebe aus den zu Riesenzellen (Fibroplasten), deren Fortsätze Netze bilden, verschmelzenden Leucocyten. Die Fibrillen entstehen im Protoplasma der Zellen, entweder durch fibrilläre Zerspaltung der Zellenden, oder Abspaltung von den Breitseiten, oder Combination beider, oder dadurch, dass die Peripherie des Zellleibes erst homogen und dann fibrillär wird. Jede Entstehungsweise hat eine Abnahme des Zellleibes zur Folge. Reticulirtes Gewebe scheint auch durch directe Netzbildung der Zellen entstehen zu können. Es entsteht aber auch in anderen Fällen in gleicher Weise, wie das andere Bindegewebe.

b) Die elastischen Fasern sollen sich nach Henle aus den Zellkernen, nach Virchow und Donders aus den Fortsätzen der Bindegewebszellen bilden. Sudakewitsch glaubt, dass sie in der Art aus Zellen hervorgehen, dass diese sich verlängern und mit anderen zu Zellfasern verschmelzen und dass dann die Zellsubstanz sich allmählig in elastische Substanz umwandele, während der Kern allmählig schwinde. Zur Bildung der dicken Fasern verschmelzen später einige embryonale Fasern. Zellen bleiben nur wenige zurück. H. Müller und Kollmann nehmen die freie Entstehung in der Grundsubstanz an. Nach Ersterem bilden sich zunächst Körner in derselben, diese ordnen sich, legen sich rosenkranzähnlich aneinander und verschmelzen mit einander. Diese Bildung geht immer von bestimmten Centren aus (Platten). Beim Fettgewebe (entoplastisches Bindegewebe, Ray, Lankaster) nehmen Ranvier, Toldt u. A. an, dass die Fettzellen aus besonderen zelligen Elementen und nicht aus den Bindegewebszellen entstehen. Bei Ausgewachsenen kann daneben allerdings Fettablagerung in Bindegewebszellen erfolgen.

Geschichtliches. Früher namentlich durch Bichat kannte man nur das lockere Bindegewebe als Zellgewebe (Unterhaut) und betrachtete die Gewebe der Sehnen, fibrösen Häute etc. als besondere Gewebsarten. Joh. Müller führte den Namen Bindegewebe, Tela conjunctiva ein und erweiterte seinen Begriff. Er nahm schon ein Bindegewebsgerüst für den ganzen Körper an. Reichert erkannte die Zusammengehörigkeit des Binde-, Knochen-, Knorpel- und Zahnbeingewebes und führte den Namen Bindesubstanzen ein. Virchow begründete diese Lehre wissenschaftlich und zog ihre Consequenzen für die Pathologie. Virchow, Donders, Henle machten zuerst auf das Vorkommen von Zellen im Bindegewebe aufmerksam und beschrieben dieselben. Recklinghausen erkannte aber erst ihre wahre Natur. Kühne, Ranvier, Boll, Grünhagen, Waldeyer, Key und Retzius haben dann die Lehre von den Bindegewebszellen basirt.

2. Das Knorpelgewebe.

Vorkommen. Das Knorpelgewebe kommt beim Fötus als temporärer oder transitorischer Knorpel als Vorstufe der Knochen vor und bildet beim Erwachsenen die Gelenk- und die Synchondrosenknorpel als Ergänzungen des Skelets und die sogen. Organknorpel, welche feste elastische Gerüste gewisser Körpertheile bilden.

Der Knorpel ist fest, compact, elastisch, wenig dehnbar, jedoch ziemlich biegsam, geschmeidig, mit dem Messer schneidbar und in dünnen Schnitten durchsichtig. Im Alter tritt nicht selten Verkalkung knorpeliger Theile ein, und schwinden damit die Eigenschaften der Schneidbarkeit, Geschmeidigkeit, Elasticität und Durchsichtigkeit.

Bau. Das Knorpelgewebe besteht aus einer dem Knorpel die genannten Eigenschaften verleihenden Grundsubstanz und zahlreichen von einer Kapsel umgebenen Bindesubstanzzellen.

Der Bau der **Grundsubstanz** ist verschieden, und theilt man danach das Knorpelgewebe ein in hyalines, fibröses und elastisches Knorpelgewebe. Immer aber hebt sich von der intercellularen Grundsubstanz eine kapselartig um die Zellen gelagerte Substanz mehr oder weniger

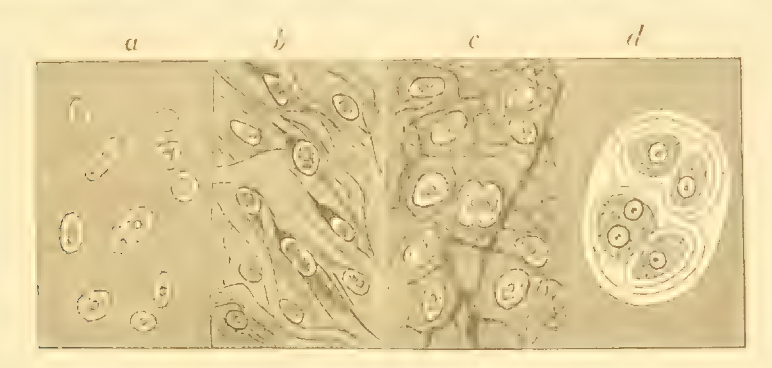


Fig. 88. Schema der Arten des Knorpelgewebes. *a)* hyalines, *b)* fibröses, *c)* elastisches Knorpelgewebe, *d)* eine secundäre Knorpelkapsel mit einliegenden primären Kapseln.

deutlich ab. Die Kapselsubstanz ist elastisch, schneidbar, homogen durchsichtig, chondringebend, mit Jod färbbar. Sie hebt sich beim hyalinen Knorpel von der Grundsubstanz wenig oder gar nicht ab, ist aber beim fibrösen und elastischen Knorpel deutlich erkennbar und stellt das Characteristische dieser Knorpelarten dar. Auch beim hyalinen Knorpel ist die Kapselsubstanz von der übrigen Zwischensubstanz etwas verschieden, indem sie gegen Fäulniss und verschiedene chemische Reagentien resistenter ist und sich durch einige Tinctionsmittel stärker als die Grundsubstanz färbt. Die Kapsel stellt gewissermassen die Membran der Knorpelzellen dar und ist vielleicht radiär durchbohrt (H. Müller, J. Arnold), um Zellfortsätzen zum Durchtritt zu dienen oder Saftkanälen den Eintritt zu gestatten. Die Kapselhöhlen sind von glatten Wänden begrenzt und von kugeliger, ellipsoider oder eiförmiger Gestalt.

In der Knorpelgrundsubstanz findet man bei gewissen Behandlungsmethoden eigenthümliche netzartige und andere Figuren, die von manchen Seiten als der Ausdruck eines Saftkanalsystems im Knorpelgewebe betrachtet werden. In dem Knorpel mancher niederen Thiere ist ein solches Canalsystem mit Bestimmtheit nachgewiesen worden; während dieser Nachweis in Bezug auf die Saugethiere noch nicht zweifellos erbracht worden ist.

Controversen Viele Autoren halten die netzförmigen Figuren der Grundsubstanz für den Ausdruck eines Netzes der Fortsätze der Zellleiber (Stricker, Spina, Flesch etc.) und glauben, dass diese den Saftstrom vermitteln; andere glauben an ein mit Zellfortsätzen gefülltes Saftkanalsystem (Heitzmann, Petrone); Petrone beschreibt ein Kanalnetz im Knorpel, welches mit einem netzartig verzweigten supracartilaginosen nutritiven mit dem lymphatischen Netze der Synovialhaut und des Periosts in Verbindung stehenden Netze zusammenhangt. Flesch glaubt an Verschiedenheiten in den Spaltbarkeitsrichtungen der Grundsubstanz, sodass bei verschiedener Behandlung verschiedene Bilder entstehen; in der Grundsubstanz ist eine leichter und eine schwerer imbibirbare Substanz vorhanden; erstere bildet die Netze und besteht vielleicht aus Zellprotoplasma. — J. Arnold, Budge, Henocq, O. Hertwig etc. treten für das Vorhandensein eines Saftcanalsystems im Knorpel ein, während dies Colomatti, Tizzone, L. Gerlach, Waldeyer, Toldt, Kassowitz bezüglich der Säugethiere bestreiten. Nach J. Arnold liegt um die Knorpelzelle eine dünne Schicht von Nährmaterial, und gehen intracapsuläre Spalten durch die Kapsel, die zu radiär verlaufenden feinen interfibrillären Röhrchen werden; diese anastomosiren nach Budge unter einander und mit den benachbarten Systemen durch Queräste und bilden so concentrische Zellterritorien. Mir ist es nicht gelungen, ein Saftcanalsystem im Saugethierknorpel zu entdecken. — Kassowitz giebt an, dass dadurch, dass die Knorpelgrundfasern zur Aufnahme der Zellen auseinander weichen, Spalten in deren Nähe entstehen, die man irrthümlich für Saftcanäle gehalten habe. — Blutgefässe kommen im Knorpelgewebe in der Regel nicht vor. Im jugendlichen und embryonalen Knorpel und nur selten und stellenweise an dem Erwachsener sind Gefässcanäle, die keine besondere Wandungen und ausser den Gefässen eine weiche, diese umgebende Masse (Knorpelmark) enthalten und die vom Perichondrium stammen, nachgewiesen worden. Ueber die Nervenverzweigungen im Knorpelgewebe ist nichts Sicheres bekannt. — Die Ernährung des Knorpels geschieht entweder durch das Saftcanalsystem oder das Zellfortsatznetz oder auf dem Wege der Endosmose und Imbibition. Es ist sicher festgestellt, dass die Knorpelgrundsubstanz für Flüssigkeiten, Farben und ganz fein pulverisirte feste Körperchen durchgängig ist, d. h. dass derartige Materien durch die Grundsubstanz hindurch bis zu den Zellen vordringen können.

Die **Knorpelzellen** besitzen eine verschiedene Gestalt, sind aber niemals so abgeplattet wie die Bindegewebszellen, sondern mehr von kugeliger Form. Die langlichen, eckigen, halbrunden, ovalen, rundlichen Knorpelzellen bestehen aus einem weichen, zarten, blassen, fein granulirt erscheinenden Zellleibe, der so gebaut ist (Flemming, Frommann), wie es in der Zellenlehre beschrieben wurde (Fig. 80), in der Jugend Glycogen und im Alter Fett und ausserdem noch glanzende Tröpfchen enthält, die in der Nähe des Kernes, welcher scharf conturirt ist und im Inneren feine Linien mit Internodien erkennen lasst und manchmal in doppelter Zahl vorhanden ist, liegen. Ob den Zellen

und ihren Kernen die Fähigkeit der activen Bewegung zukommt, ist noch zweifelhaft.

Wie bereits angegeben, liegen die Knorpelzellen in den von den Kapseln begrenzten Höhlen der Grundsubstanz, füllen diese aber nicht ganz aus; sie sind nämlich auf ihrer Oberfläche etwas höckerig (Schrumpfungserscheinung?), sodass Zwischenräume, die vielleicht mit Flüssigkeit erfüllt sind, zwischen ihnen und der Membran entstehen. Von manchen Autoren wird behauptet, dass die Zellen Fortsätze besitzen, welche sie durch die Kapsel hindurch in die Grundsubstanz senden.



Fig. 89. Knorpelzelle.

Die Zellen liegen oft in Gruppen zusammen, die alle von einer Mutterzelle abstammen (isogene Gruppen) und nicht selten sind auch mehrere Zellen von einer gemeinsamen Kapsel umhüllt. Diese ist unter Umständen gefächert und jede der einliegenden Zellen erscheint wieder von einer besonderen Kapsel umgeben. Die gemeinsame Kapsel heisst dann die primäre und die Specialkapseln die secundären Kapseln. Man kann ebenso die Bezeichnungen auch umgekehrt gebrauchen, je nachdem die Entstehung dieser Verhältnisse stattgefunden hat (Fig. 88 d).

a) Das hyaline Knorpelgewebe (cf. Fig. 88 a).

Bau. Der hyaline Knorpel hat seinen Namen daher, dass seine Grundsubstanz früher für eine gleichartige homogene, hyaline Masse gehalten wurde. Die Grundsubstanz erscheint in der That bei der gewöhnlichen Untersuchung durchaus gleichmässig wie eine matte Glasscheibe, wie ein Nebelschleier und erst bei Anwendung gewisser Macerationsmethoden (10 pCt. ClNa, Kali hypermangan., Baryt- und Kalkwasser, Trypsinverdauung) erkennt man, dass sie fibrillär eingerichtet ist. Die Knorpelgrundsubstanz besteht, was Tillmanns zuerst nachwies und von Bater u. A. bestätigt wurde, aus einer fibrillären leimgebenden und einer mucigenen (mucinösen) Kittmasse (Retiwceff, Morochowetz), welch letztere nach Hasse die Trägerin der Ernährungsflüssigkeit ist und vielleicht mit dem Zellprotoplasma zusammenhängt (Flesch). Die erstere setzt sich aus ganz feinen meist in parallelem Verlaufe zu Fasersystemen geordneten Fäserchen (die Kassowitz nicht für



Fig. 90.
Schnitt vom hyalinen Knorpel des Kalbes, Vergr. $^{275}/_{1}$. *a)* Knorpelzelle (Mutterzelle). *b)* Tochterzellen.

Leim-, sondern für chondringebend hält) zusammen. Es giebt aber auch Lamellen, von sich recht-, spitz- und stumpfwinklig kreuzenden Fasersystemen. Die Fasersysteme stehen mit dem umgebenden Bindegewebe vielleicht vielfach im continuirlichen Zusammenhange, wie dies Tizzoni zwischen denen des Gelenkknorpels und der Synovialhaute fand. Die Kittsubstanz soll sich durch leichte Quellbarkeit auszeichnen; sie durchtränkt die ganze Grundsubstanz und verdeckt die faserige Structur derselben. Wird die Quellung der Kittmasse verhindert oder wird ein Theil derselben entfernt, dann ist der fibrilläre Bau deutlich erkennbar. Beim Kochen der gesammten Grundsubstanz (leimgebende Fibrillen und mucinöser Kitt) entsteht Chondrin.

Die Zellen sind in dieser Knorpelart in gewisser Weise regelmässig zu Reihen oder Zügen, die oft untereinander oder zur Oberfläche parallel, geradlinig oder gebogen verlaufen, angeordnet. Thin will auf dem Gelenkknorpel eine Art von Epithelzellen gefunden haben.

Die Wandschicht der die Zellen einschliessenden Knorpelhöhlen ist etwas durchsichtiger als die übrige Grundsubstanz, sodass jede Höhle von einem verwaschenen lichteren Hof (d. i. die schon beschriebene Knorpelkapsel) umgeben erscheint.

Im Alter lagern sich Kalksalze in die Grundsubstanz ein; der Knorpel wird undurchsichtig, brüchig und verliert seine Biegsamkeit und Geschmeidigkeit. Die Kalksalze sind durch Salzsäure leicht entfernbar, und bleibt dann das Knorpelgewebe vollständig in seiner Structur und Formation erhalten. Man darf die Verkalkung nicht mit der Verknöcherung verwechseln. Im Gegensatz zur Verkalkung im Alter beobachtet man zu einer früheren Zeit des Lebens im Knorpel nicht selten eine partielle faserige Umwandlung in seinen centralen Partien.

Ueber Verkalkungen. Es giebt verschiedene Arten von Verkalkungen im Thierkörper und zwar 1. solche, bei denen Kalksalze in die Intercellularsubztanz eingelagert werden, die keinen Zusammenhang haben und keine Formation annehmen, so dass bei der durch Säuren bewirkten Entkalkung das Gewebe in seiner Formation erhalten bleibt, während beim Zerstören der Grundsubstanz keine zusammenhängende, sondern, eine formlose, eventuell krümliche Masse zurückbleibt;

2. solche, bei denen die Kalksalze zusammenhängend sich formirt haben. Hier bleibt die Gestalt und Form des Gewebes sowohl beim Entkalken als auch beim Zerstören der Grundsubstanz erhalten (Knochen, Zahnbein);

3. solche, wo die Verkalkung das ganze Gewebe derart ergreift, dass bei Auflösung der Kalksalze die Gestalt und Formation des Gewebes nicht mehr erhalten, sondern höchstens einige ungeformte Ueberreste zurückbleiben, während beim Glühen behufs Zerstörens der Grundsubstanz das Gewebe in seiner Form nicht wesentlich alterirt wird.

Vorkommen. Das hyaline Knorpelgewebe bildet den eigentlichen Gelenkknorpel, die Rippenknorpel, die Knorpel der Luftröhre und Bronchien, die Schild- und Ringknorpel des Kehlkopfs, die Knorpel der Nase und die meisten knorpeligen Belege an den Skeletknochen. Ausserdem sind beim Fötus die meisten Skeletknochen durch eine knorpelige Anlage vorgebildet.

Perichondrium. An den als m. o. w. selbständige Skeletstücke auftretenden Knorpeln ist eine sie überziehende fibröse Haut wahrnehmbar. Dieselbe ist derb und

fest und besteht aus Bindegewebe und elastischen Elementen. Sie ist mit dem Knorpel fest verbunden und nicht abziehbar, weil ihre Fasern [in sehr spitzem Winkel] in das Knorpelgewebe eintreten. Das Perichondrium geht mit allen seinen Bestandtheilen allmälig in die Knorpelsubstanz über, seine Fasern werden zu Fibrillen der Grundsubstanz und seine Zellen zu Knorpelzellen. Die Knorpelkapseln des Knorpelgewebes werden in der Nähe des Perichondriums länger und ordnen sich in fast parallele Reihen, so dass die Grundsubstanz zwischen ihnen Bänder bildet, welche in die perichondralen Fasern übergehen. Die Zellen werden platter, verlieren allmälig ihre Kapseln und werden zu echten Bindegewebszellen. In gleicher Weise gehen die sich am Knorpel inserirenden Bänder und Sehnen in diesen über. Das Perichondrium enthält Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven.

Die Gelenkflächen des Knorpels sind frei vom Perichondrium. An den Seitentheilen besitzen sie aber eine endotheliale Bekleidung, die als eine Fortsetzung der Endothelscheide der Synovialis zu betrachten ist.

b. Das elastische Knorpelgewebe (Netzknorpel) (cf. Fig. 88 c).

Bau und Eigenschaften. Dieses Gewebe erscheint leicht gelblich von Farbe, ist sehr fest, sehr elastisch und bricht nicht leicht. Es zeichnet sich dadurch aus, dass sich in seiner Grundsubstanz reichlich elastische Fasern finden, die ein Netzwerk um die Knorpelhöhlen, die meist rundlich und von mehr oder weniger gleicher Grösse sind, bilden. Die Kapseln der Höhlen sind nach O. Hertwig von feinen Porenkanälen durchsetzt, in welche Zacken der Knorpelzellen eingreifen. In der Grundsubstanz finden sich nach diesem Autor feine nicht verästelte Kanälchen, die von den Knorpelzellen ausgehen und die Colomatti für feine elastische Fäserchen hält. — Die elastischen Netze sind in den verschiedenen Knorpeln verschieden dicht und setzen sich in das Perichondrium vielfach fort. Zwischen ihnen liegt die hyaline Grundsubstanz.

Vorkommen. Der elastische Knorpel findet sich da, wo grosse Elasticität erforderlich ist, so in der Epiglottis, in einem Theile der Gieskannenknorpel, in der Ohrmuschel, dem äusseren Gehörgange, den Ohrtrompeten, im Wrisberg'schen und Santorini'schen Knorpel.

Genese. Die Fasern bilden sich nach O. Hertwig mit dem Auftreten der Grundsubstanz im unverästelten Zustande an der Oberfläche reihenartig gelagerter Zellen, und zeigen sofort die Eigenschaften des elastischen Gewebes. Sie entstehen jedenfalls aus dem Zell-

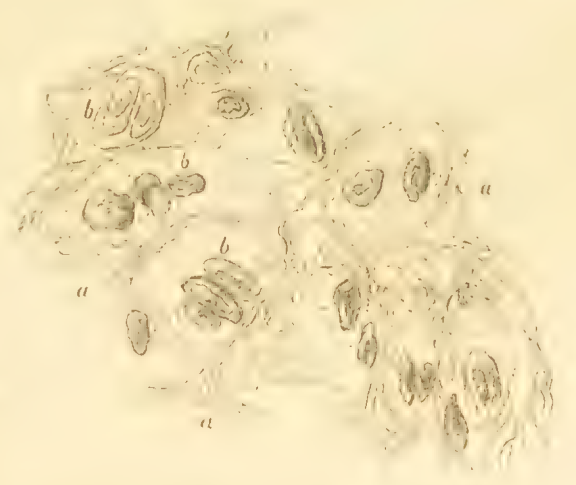


Fig. 91. Schnitt von einem Netzknorpel (Kürassknorpel des Ochsen), Vergr. $^{275}/_{1}$. *a)* Gerüst, welches durch elastisches Gewebe gebildet wird. *b)* Knorpelzellen.

protoplasma, dem sie zunächst innig anliegen und wachsen durch Intussusception sie verästeln sich und bilden neue Fasern.

c) Der fibröse Knorpel (Faserknorpel, Bindegewebsknorpel) Fig. 88 b.

Bau und Eigenschaften. Dieser Knorpel ist weiss von Farbe, sehr dehnbar, weicher als der hyaline aber trotzdem sehr fest, nicht brüchig. Seine Grundsubstanz gleicht ganz dem fibrillären [und zwar in der Regel dem lockeren] Bindegewebe, dessen Fasern die Eigenschaften der collagenen Bindegewebsfasern an sich tragen. Die Zellen liegen in den durch die Knorpelkapseln gebildeten Höhlen und sollen durch die Wand hindurch Fortsätze in die Grundsubstanz senden (Retzius). Der Faserknorpel geht oft einerseits allmählich in Bindegewebe, andererseits in hyalinen Knorpel über und bildet oft den Uebergang zwischen beiden. Er ist nichts Weiteres als Bindegewebe mit eingelagerten, Zellen enthaltenden Knorpelkapseln.

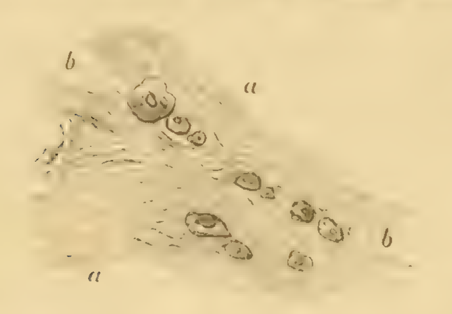


Fig. 92. Schnitt von einem Bindegewebsknorpel (Zwischenknorpel des Kiefergelenks eines Ochsen), Vergr. $^{275}/_{1}$. *a*) Gerüst aus Bindegewebe. *b*) Knorpelzellen.

Vorkommen. Das fibröse Knorpelgewebe findet sich in den Zwischenknorpeln (Semilunarknorpeln) der Gelenke, an den Wirbelknochen (in den Bandscheiben), in den Randpartien der Gelenkknorpel, der Patella etc., in den Randpartien der Synchondrosen, in den knorpeligen Theilen der Sehnen.

Der Zellen- oder Parenchymknorpel. Als solchen betrachtete Kölliker das Chordagewebe. Diese Lehre scheint durch Neumann eine gewisse Stütze insofern gewonnen zu haben, als das Chordagewebe dieselbe Iodreaction zeigt, wie das Knorpelgewebe. Immerhin dürfte der Begriff des Zellenknorpels kaum noch haltbar und das Chordagewebe als eine Bildung epithelialer Natur anzusehen sein (Mihalkovicz). Die Chorda besteht aus hellen runden oder durch Druck etwas abgeplatteten, nicht granulirten Zellen, die einen wandständigen stäbchenförmigen Kern und eine Membran, die sich beim Druck faltet, besitzen.

Genesis des Knorpelgewebes. Die embryonalen Leucocytären, parablastischen Bildungszellen verlieren ihre körnige Beschaffenheit, werden hell und durchsichtig, und es bildet sich eine homogene prochondrale Grundsubstanz, die ein Maschen- und Alveolenwerk darstellt, in welchem die Zellen liegen. Die Zellen gehen nun weitere Vermehrungsvorgänge ein, rücken durch Zunahme der Intercellularsubstanz immer weiter von einander ab und werden von Kapseln umgeben. Die fortschreitende Theilung der umkapselten Zellen bedingt es oft, dass vier und mehr Zellen in einer Kapsel liegen. Dadurch, dass nun in dieser Kapsel zwischen den Zellen Scheidewände entstehen, wird die Kapsel gefächert. Unter Umständen verstärken sich einzelne Scheidewände und lösen die Gruppe auf. Die Zellen erscheinen demnach häufig gruppenweise angeordnet, als Zeichen von Zellengenerationen. Die von einer Zelle stammenden Gruppen nennt man isogene. — Die Art der Entstehung der Kapseln und der Grundsubstanz ist noch nicht ganz klargestellt.

Nach Hasse und Strasser wandelt sich die prochondrale Intercellularsubstanz in der Weise um, dass erst ein Hof hyaliner Knorpelsubstanz um die Zellen entsteht und dass sich dann allmälig die ganze prochondrale in bleibende Grundsubstanz umbildet und nur ein kleiner Theil der erstern in Form eines Netzes (Saftbahnnetz) bestehen bleibt.

Nach anderer Ansicht (Remak) scheidet jede Knorpelzelle bald nach ihrer Entstehung peripher eine Knorpelkapsel, die entweder die periphere Zellsubstanz selbst (M. Schultze, Brücke, Heidenhain) oder eine Ausscheidung derselben (Gegenbauer) ist, aus, die sich verdickt und zur Zwischensubstanz wird, oder mit dieser verschmilzt. Einige Autoren betrachten nämlich die Grundsubstanz als eine echte Zwischensubstanz (Henle, Aeby), andere als ein Erzeugniss der Zellmembranen resp. Zellkapseln, sodass die Zellkapsel als der Rest nicht in Zwischensubstanz übergegangener Zellmembranen erscheint.

Das Wachsthum des Knorpels erfolgt beim Fötus zweifellos zum Theil durch Vermehrung und Vergrösserung der Zellen und Kapseln und Neubildung von Grundsubstanz. Zum Theil erfolgt aber das Knorpelwachsthum durch Apposition vom Perichondrium durch Verknorpelung seiner innersten Lagen. — Die Regeneration des Knorpels bei Erwachsenen soll fast nur vom Perichondrium ausgehen (Schwalbe, Peyrand, Schklarewsky, Ewetzky).

3. Das Knochengewebe.

Allgemeines. Das Knochengewebe bildet den Hauptbestandtheil der Knochen und zeichnet sich durch grosse Härte und Sprödigkeit und Mangel an Dehnbarkeit und Biegsamkeit, Eigenschaften, die dasselbe



Fig. 93. Knochenquerschnitt.

durch Einlagerungen von Kalksalzen in die Grundsubstanz erhalten hat, aus. Es besteht wie alle Bindesubstanzen aus einer Grundsubstanz, eingelagerten Zellen und Fasern und tritt in den Knochen in zwei Modificationen, entweder in Form einer festen, compacten, dichten (substantia

ossium compacta) oder einer lockeren weitmaschigen netzförmigen Masse (s. o. spongiosa) auf. Die compacte Knochensubstanz bildet in der

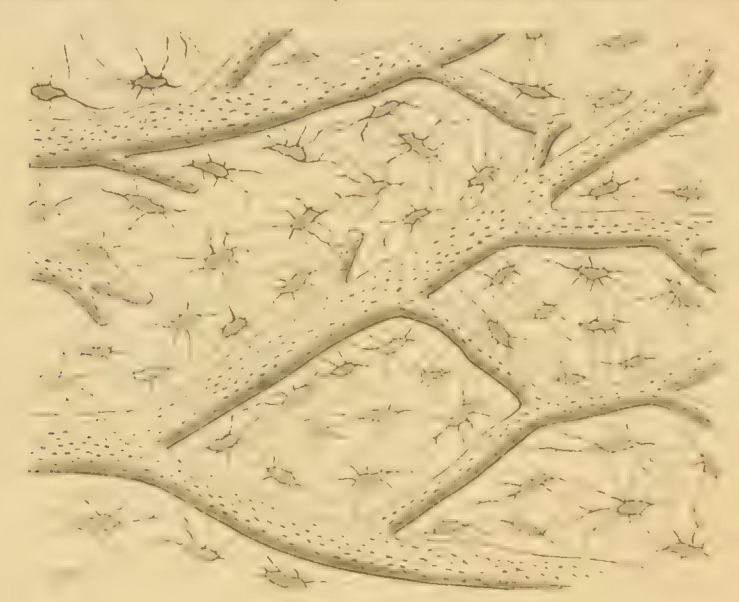


Fig. 94. Knochenlängsschnitt.

Regel die peripheren und die spongiöse die centralen, inneren Theile der Knochen; die erstere zeigt ein gleichmässiges Gefüge und enthält Canäle (Havers'sche Canäle), die unter einander anastomosiren und Gefässe, Nerven und Bindegewebe u. dgl. enthalten, während die letztere aus Knochenbälkchen und Blättchen besteht, die in verschiedenen Richtungen an einander stossen und ein Hohlraumsystem bilden, in welchem sich ein weiches Gewebe befindet.

Die Grundsubstanz der Knochen ist in Folge der Kalksalzablagerungen von steinharter Beschaffenheit. Behandelt man dieselbe mit Säuren (Salzsäure), dann bleibt, indem die Kalksalze entfernt werden, eine schneidbare, biegsame Substanz, die beim Kochen Leim giebt und die sich sowohl bezüglich der Gestalt als des Gefüges dem nicht entkalkten Gewebe durchaus gleichverhält, zurück. Diese Substanz stellt das sogen. Osseïn dar und kann durch Glühen der Knochen entfernt werden. Der nicht entkalkte aber seiner Grundsubstanz in der genannten Weise beraubte (calcinirte) Knochen zeigt ebenso wie der entkalkte noch die Gestalt des ursprünglichen Knochens.

Bau der Grundsubstanz. Die Knochengrundsubstanz erinnert in ihrem Bau, abgesehen von ihrer Verkalkung sehr an das lamelläre Bindegewebe, und besteht aus Lamellen, die durch einen Kitt an einander befestigt sind und in Gruppen in bestimmter Ordnung zusammenliegen.

Bau der Lamellen. Die Lamellen sind 3—12, im Mittel 3—5 μ dick und bestehen aus leimgebenden nicht verkalkten Fibrillen und einem Kalksalze enthaltenden zwischen sie gelagerten Kitt (Ebner). Die Fibrillen zeigen einen verschiedenen Verlauf, und zwar verlaufen sie entweder mit der Knochenachse oder m. o. w. circulär zu derselben und erscheint, je nachdem der Querschnitt der Lamellen körnig punk-

irt oder streifig. Da die Lamellenfasern in der Längsrichtung der Knochenkörperchen verlaufen, so ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dass die Lage dieser eine wechselnde ist.

Die Fibrillen vereinigen sich zu kleinen Bündeln und diese verflechten und verfilzen sich mit dabei erfolgendem Fibrillenaustausch untereinander. Dies findet besonders in den peripheren Partien der Lamellen statt, während im Innern die Fibrillenbündel mehr parallel verlaufen. Jede derartige dicht gewebte Platte stellt eine sogen. primäre Lamelle dar. Die lamellöse Structur des Knochens ist zum Theil durch alternirenden Wechsel der Faserrichtung in den Lamellen bedingt, und es entsteht, wenn mehrere primäre Lamellen gleicher Faserrichtnng dicht an einander liegen, eine secundäre Lamelle.

Ranvier unterscheidet zwei Arten von Lamellen, die alternirende Schichten bilden; die einen erscheinen homogen, die anderen gestreift, die einen hell, die anderen dunkel (je nach der Einstellung des Tubus). Das gestreifte Aussehen der einen Lamellenart soll durch kleine Brücken mit buchtigem Rande, welche die gestreiften Lamellen durchbrechen, indem sie zwei homogene Lamellen verbinden, herrühren.

Lagerung der Lamellen. Die Lamellen zeigen je nach der Art der Knochen eine verschiedene Anordnung. Im Grossen und Ganzen liegen die peripheren Lamellen aller Arten von Knochen parallel zur Oberfläche, während die tiefer gelegenen sich in ihrer Lagerung nach den



Fig. 95. Schema der Hälfte des Querschnittes eines Röhrenknochens. a) periphere, b) perimedulläre, c) Havers'sche, d) intermediäre Lamellen, e) Spongiosa (im Holzschnitt mangelhaft), f) Markhöhle.

im Knochen vorkommenden Höhlen und Canälen richten; diese sind stets von einer Gruppe concentrisch gelagerter Lamellen umgeben, und zwar liegen die Lamellen um die Canäle wie Cylinder, die in einander gesteckt sind, indem jede Lamelle sich zu einem Cylinder zusammengerollt hat. Schneidet man ein solches System quer zur Canalrichtung durch, so findet man das den Canalquerschnitt repräsentirende Loch von concentrischen Ringen umgeben. Bei einem Längsschnitt sieht man rechts und links am längs geschnittenen Canale parallele Linien (die Durchschnitte der Lamellen) verlaufen. Wenn ein unregelmässiges Lückensystem im Knochen vorkommt (wie in der Spongiosa), dann ist natürlich auch die Lagerung der Lamellen unregelmässig und richtet sich nach der Form der Wände der Lücken, der Richtung der Bal-

ken etc., indem die Lamellen m. o. w. parallel zur Oberfläche der Balken geordnet sind.

Beispielsweise sei hier die Lagerung der Lamellen eines **Röhrenknochens** erwähnt (cf. Fig. 95). Betrachtet man den Querschnitt eines solchen Knochens, dann bemerkt man, dass die, das Mark und die Spongiosa enthaltende Höhle von einer Lage von Lamellen umgeben wird, die concentrisch umeinander und um die Markhöhle liegen (**perimedulläre Lamellen**) (Fig. 95 b) und dass eine Lage parallel zur Oberfläche verlaufender concentrischer Lamellenringe die gesammte Knochensubstanz peripher begrenzt (**periphere, periostale Lamellen**) (Fig. 95 a). Zwischen beiden Lamellensystemen bemerkt man eine Reihe von Löchern als Querschnitte der **Havers'schen** Canäle. Jede Oeffnung ist von einer Gruppe concentrischer Ringe, d. h. den Querschnitten von Lamellen, die wie Cylindermäntel ineinander stecken, umgeben (**Speciallamellen, Havers'sche** concentrische Lamellensysteme) (Fig. 95 *c*). Zwischen den **Havers'schen** Lamellensystemen bleiben Zwischenräume; in diesen finden sich wieder Lagen von parallel zu einander liegenden Lamellen (**intermediäre Lamellen** Fig. 95 d).

Die perimedullären Lamellen sind dachziegelförmig angeordnet und bilden Schnitte von Kreisen, die sich an ihren Enden decken. Die peripheren bilden ein zusammenhängendes kreisförmiges System. Die Speciallamellen bilden Systeme concentrischer Lamellenschichten und sind durch Kittleisten von einander getrennt. Die in den Zwischenräumen zwischen den Cylindern der Speciallamellensysteme liegenden intermediären Lamellen sind die Ueberreste von peripheren Lamellen, zwischen denen sich die Speciallamellen gebildet haben.

Beim **Längsschnitt** durch einen Röhrenknochen sieht man central im Inneren die Markhöhle und aussen das Periost und zwischen beiden Röhren, die nach der Axe des Knochens längs verlaufen (die **Havers'schen** Canäle) und sich durch schräge Quercanäle untereinander verbinden (Fig. 94), sodass ein Netz mit oblongen, rautenförmigen oder trapezoiden Maschen entsteht. — Bei **flachen Knochen** verlaufen die **Havers'schen** Canäle meist parallel zur Oberfläche und gehen oft strahlenförmig von einem Puncte aus und verbinden sich auch durch Queräste. In ganz dünnen Knochen fehlen die Canäle.

In der **Spongiosa** der Knochen ist die Lagerung der Lamellen sehr complicirt, wird aber verständlich, wenn man die Lücken derselben als verbreiterte **Havers'sche** Canäle auffasst.

Die **Kittsubstanz des Knochengewebes.** Sie verbindet die Fibrillen der Lamellen, die Lamellen und die Lamellensysteme unter einander und besitzt in Folge der Kalksalzablagerungen eine steinharte Beschaffenheit. Um die Hohlräume des Knochengewebes herum scheint die Kittsubstanz noch besondere **Scheiden** und **Kapseln** (Grenzscheiden) zu bilden, die sich isolirt als starre Röhren darstellen lassen und vielleicht aus Keratin (**Brösike**) bestehen, und überhaupt besondere, namentlich chemische Eigenschaften angenommen haben, und sich dadurch von der übrigen Grundsubstanz unterscheiden (**Rouget, Ebner, Neumann, Brösike**). Die **Scheiden der Havers'schen Canäle** erscheinen getüpfelt, welche Erscheinung vom Eintritt der Primitivcanäle herrührt.

Die **Sharpey'schen und die elastischen Fasern der Grundsubstanz.** In der Knochengrundsubstanz findet man vielfach Fasern, welche nicht mit, sondern quer zu den Lamellen verlaufen (perforirende Fasern), in einer

ur Oberfläche senkrechten oder schiefen Richtung in den Knochen eindringen und niemals von Canälen durchsetzt werden, sondern vielmehr diese umkreisen. Es sind dies die sogen. Sharpey'schen Fasern. Dieselben stehen nach Ebner mit den Fibrillenbündeln der Lamellen im Zusammenhang und biegen in diese um. Sie entstehen dadurch, dass sich einzelne Lamellenfibrillenbündel umbiegen und gegen die Oberfläche des Knochens verlaufen. Ausser den verkalkten Sharpey'schen Fasern kommen im Knochen auch unverkalkte elastische Fasern vor. Sie finden sich namentlich in den periphersten Schichten der Knochen in Form von Netzen und sind im Innern derselben sehr selten. Sie umspinnen u. A. die Sharpey'schen Fasern (Renaut).

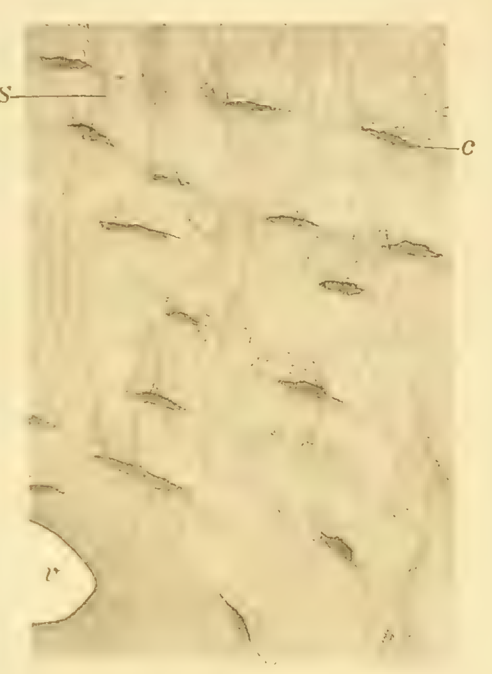


Fig. 96. Querschnitt durch das entkalkte Stirnbein eines Hundes. Vergr 400. *s*) Perforirende Fasern, *c*) Knochenkörperchen. *a*) Querschnitt eines Havers'schen Kanälchens.

Das **Hohlraum- resp. Saftcanalsystem der Grundsubstanz.** In der verkalkten Grundsubstanz und zwar zwischen den Lamellen (zwischen den primären, wo nur secundäre vorkommen, sonst auch in primären Lamellen. Ebner) finden sich zahlreiche kleine, mandelförmige Hohlräume (Knochenkörperchen), die sich in ihrer Lagerung und Gestaltung dem Lamellenbau (s. oben) anpassen. Diese Hohlräume sind allseitig mit vielen feinen, hohlen Ausläufern (den Primitivcanälen), die sich



Fig. 97. Knochenkörperchen, Vergr. $^{450}/_{1}$.
a) Hohlraum der Knochenkörperchen, *b*) die von demselben abgehenden Canälchen.

verästeln, mit anderen Canälchen anastomosiren und die Lamellen durchbohren, versehen. Auf diese Weise entsteht ein Hohlraum- und Canalsystem in den Lamellensystemen. Es scheint nun aber jedes Lamellensystem (namentlich die der Speciallamellen ein Hohlraumsystem

für sich zu besitzen. Die Primitivcanäle jedes Havers'schen Lamellensystems überschreiten die Grenzen desselben nicht und dringen nicht in andere Lamellensysteme ein, sondern sie biegen, an der Grenze angekommen, in ihr eigenes System wieder um (recurrirende Canäle, Ranvier), sodass demnach jedes Speciellamellensystem gewissermassen einen selbstständigen Primärknochen darstellt. Die einzelnen Canalsysteme stehen mit Lymphgefässen in Verbindung und stellen die Wurzeln des Lymphgefässsystems der Knochen dar. Die Primitivcanäle der Havers'schen Systeme münden in die Havers'schen Canäle ein und treten so in Verbindung mit den dort vorkommenden Lymphräumen, während die anderen Canalsysteme mit den Lymphgefässen des Knochenmarks und des Periosts direct in Verbindung stehen.

Quecksilber in die Markhöhle eines Knochens eingebracht, fliesst auf der Oberfläche des Knochens aus. — Budge konnte vom Periost aus die Knochenkörperchen durch Einstich injiciren. — Die Knochenkörperchen und Primitivkanälchen sind von Kittkapseln und Kittscheiden umgeben.

Die **Knochenzellen.** In den Knochenkörperchen (Saftlücken des Knochens) findet man einen ovalen oder rundlichen, besonders durch Purpurin) färbbaren Kern, der von einer dünnen fortsatzlosen Zellsubstanzplatte, die membranlos und deren Gestalt der des Knochenkörperchens nachgebildet ist, umgeben erscheint. Dieses ganze Gebilde stellt die einem abgeplatteten Ovoid (Mandel) vergleichbare Knochenzelle dar (Fig. 98 c). Sie füllt den Hohlraum der Saftlücken, in denen sie liegt, nicht aus, sondern ist von Lymphe umgeben.



Fig. 98. *a*) freie Osteoblaste. *b*) Osteoblaste halb mit Knochensubstanz umgeben. *c*) Knochenzelle in einem Knochenkörperchen.

Nach Chevassu, Heitzmann u. A. besitzen die Knochenzellen Fortsätze, die in den Primitivkanälen liegen und vermöge deren die Zellen sich untereinander zu einem Netz verbinden. — Die Zellen werden bei Entkalkung durch Salzsäure zerstört. Ob in dem Hohlraumsystem des Knochens auch mobile Zellen vorkommen, ist zweifelhaft.

Die Genesis des Knochengewebes.*) Die Knochen entwickeln sich aus Geweben, die dem grossen Systeme, welches das Körpergerüst bildet, von dem es selbst ein Theil ist, angehören und zwar entweder aus Knorpel- oder aus Binde- resp. Embryonalgewebe. Danach unterscheidet man die Knochen 1. in primäre

*) Die Anschauungen der Autoren über dieses Kapitel sind so verschieden und so mannigfaltig und die Literatur des Gegenstandes ist so umfangreich, dass in diesem Werke auf die Controversen nicht eingegangen und nur die allgemeinen, m. o. w. bestimmt erkannten Vorgänge geschildert werden konnten. (Ueber das Speciellere cf. »Bewegungsapparat«).

primordiale, knorpelig vorgebildete und 2. secundäre Deck- oder Belagknochen. Zu den ersteren gehören: die langen Knochen, die Knochen des Rumpfs und der Schädelbasis, zu den letzteren die Knochen des Gesichts, der Seitentheile und des Dachs des Schädels.

Bildung der Knochensubstanz im Allgemeinen. Sie geht von eigenthümlichen embryonalen mit Fortsätzen versehenen, sich lebhaft vermehrenden Bindegewebszellen, den Osteoblasten (Fig. 99), aus, die sich im Bindegewebe in Reihen oder Strängen anordnen, resp. auf Bindegewebs- oder Knorpelsträngen wie Epithel aufsitzen. Die Ansichten über die Art und Weise, wie die Knochensubstanz, die schichtenweise an diesen Zellen auftritt, gebildet wird, sind noch getheilt (cf. Fig. 98 a—c). Einige Autoren glauben, dass die Peripherie des Zellleibes, der Fortsätze in der sich bildenden Knochensubstanz besitzt, schichtenweise zu Knochensubstanz werde (Waldeyer, Stieda, Heitzmann), sodass event. der centrale Theil als Knochenzelle, die rundum von Schichten von Knochensubstanz umschlossen ist, zurückbleibt, während andere (Ranvier) die Knochensubstanz als eine Zellausscheidung auffassen. Indem die Zellen nach beendeter Verknöcherung ihre Fortsätze einziehen und wegen der anfangs unvollkommenen Ernährung etwas atrophiren, entsteht das Saftcanalsystem des Knochens. Die Osteoblasten werden als embryonale Bindesubstanzzellen, die einen besonderen Charakter angenommen und Fortsätze ausgesandt haben, betrachtet.

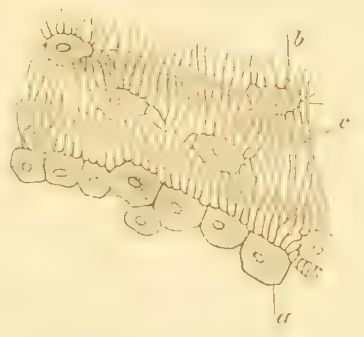


Fig. 99. Knochenbildung. *a*) Osteoblasten in epithelartiger Auflagerung, *b*) Osteoblasten mit Fortsätzen, welche die Knochenlamellen *c* bilden.

Die Entwickelung der primären Knochen. Die langen Knochen sind knorpelig vorgebildet, besitzen als solche bereits ihre characteristische Gestalt und sind vom Perichondrium umgeben. Das Längen- und Dickenwachsthum erfolgt proportional; das erstere geht vom Knorpel, das letztere vom perichondralen Gewebe aus. Der Markraum im Inneren der Knochen bildet sich durch Resorption. Die Verknöcherung des Knorpels geschieht unter Vermittelung der Osteoblasten, die stets in einer blutgefässreichen Grundlage entstehen. Ohne die Gegenwart von Blutgefässen und Osteoblasten kann keine Verknöcherung statthaben. Findet sie im Knorpel statt, dann spricht man von endochondraler, intracartilaginöser und wenn sie vom Perichondrium aus in Form von Auflagerungen statthat, von perichondraler oder periostealer Ossification. Erstere kommt mehr beim Längen-, letztere mehr beim Dickenwachsthum in Betracht. Bei den Verknöcherungs- und Wachsthumsprocessen am Knochen sind stets Bildungs- und Zerstörungs-, (Resorptions-)vorgänge neben einander zu beobachten.

Im Grossen und Ganzen beobachtet man bei der primären Verknöcherung Folgendes: 1. Verkalkung des Knorpels mit Vergrösserung der Knorpelzellen. 2. Auflösung des verkalkten Gewebes, mit Stehenbleiben von einzelnen Balken und Freiwerden der Zellen. 3. Knochenauflagerung vom Perichondrium. 4. endochondrale Verknöcherung von den Faserbalken resp. ihrem Osteoblastenbelag ausgehend. Was

bei diesen Vorgängen aus den mobil gewordenen Knorpelzellen wird, ist zweifelhaft. Einige lassen aus ihnen die Markzellen hervorgehen (Ranvier), während sie nach Ansicht Anderer absterben.

Die Ossification der Diaphyse im Allgemeinen. Gewisse Punkte in dem den späteren Knochen repräsentirenden Knorpel und zwar zuerst ein Punkt (ca) in der Mitte der Diaphyse verfallen dem Verkalkungsvorgange (Verkalkungspunkte, Strelzoff, Ossificationspunkte) und erscheinen dann als weisse undurchsichtige Flecke im Knorpel. An diesen Stellen haben sich um die Knorpelkapseln Kalksalze in die Zwischensubstanz niedergeschlagen, während sich die Knorpelkapseln vergrössert haben und die Zwischensubstanz geringer geworden ist. Dabei haben sich die Knorpelzellen von diesen Punkten aus strahlenförmig in Reihen angeordnet, sodass Bänder von Zwischensubstanz zwischen Zellreihen bemerkbar sind. Die ganze Knorpelmasse ist hier gefässlos.

[Da an der Verkalkungsstelle das Knorpelwachsthum sistirt, während es ober- und unterhalb vorschreitet, bildet sich aussen am Knorpel in der Gegend des Verkalkungspunktes eine Einschnürung.]

2. Nach eingetretener Verkalkung und schon während des im Inneren des Knorpels statthabenden Ablaufs der gedachten Vorgänge ist an dem Perichondrium an der entsprechenden Stelle Folgendes zu beobachten: Die innere, sogen. osteoblastische Schicht des Perichondriums wuchert und bildet ein osteogenes Granulationsgewebe, welches Blutgefässe enthält und in der Richtung gegen den Verkalkungspunkt in den Knorpel hineinwuchert, die Knorpelkapseln öffnet, die Kalksalze und damit den ganzen verkalkten Abschnitt des Knorpels m. o. w. auflöst. Dadurch entsteht im Knorpel (und zwar in der Mitte der Diaphyse) eine centrale, osteogenes Gewebe und Blutgefässe enthaltende Höhle (primordialer Markraum).

[Da während der Zerstörung des zuerst verkalkten Knorpels die Verkalkung des intacten Knorpelgewebes weiter vorschreitet, so kommt es, dass die genannte Höhle von verkalktem Knorpelgewebe umgeben und durch dieses namentlich von den Epiphysen getrennt wird.]

3. Während und schon vor der Bildung des centralen Markraums hat sich von aussen, von den Osteoblasten und der inneren Lage des Perichondriums aus eine Auflagerung von Knochensubstanz (perichondrale Knochenanlage, -kruste oder -rinde, Grundschicht des perichondralen Knochens) gebildet. Diese perichondrale Knochenanlage verlängert sich allmälig und verdickt sich durch Bildung von immer neuen und immer längeren Knochenlamellen, die sich unter lebhafter Wucherung der Osteoblasten von aussen auflagern.

Während dem erfolgt durch Wucherung des in der Markhöhle vorhandenen, vom Perichondrium abstammenden und noch durch Blutgefässe mit demselben verbundenen osteogenen Gewebes und Einschmelzung weiteren verkalkten Knorpels eine Vergrösserung der Markhöhle.

4. Allmälig beginnt auch von der Markhöhle aus die endochondrale Verknöcherung. An die Wände der Buchten der Markhöhle und auf die stehen gebliebenen Balken der Knorpelgrundsubstanz und auf die sich von aussen und innen neu bildenden Bindesubstanzbalken lagern sich epithelartig die osteogenen Zellen (Osteoblasten) und erzeugen einen Belag von Knochensubstanz (Fig. [illegible]), der sich durch weitere Bildung von Knochenlamellen verdickt und verlängert.

Aus unserer Betrachtung ergiebt sich die Art der Entstehung der Spongiosa, der perimedullären und der peripheren Lamellen, nicht aber die der Speciallamellen. Auf die Entstehung dieser haben die Blutgefässe (deren Bildung übrigens in zwei Gebieten, endochondral und perichondral statthaben kann) wesent-

chsten Einfluss und erfolgt dieselbe wie folgt: Vom Perichondrium aus bilden sich Einbuchtungen, die ein Blutgefäss enthalten, das rundum von Osteoblasten umgeben ist. Diese Buchten verlängern sich, indem das Gefäss wächst und werden zu Canälen, die der Länge des Knochens nach verlaufen (Havers'sche Canäle). Die Osteoblasten proliferiren und bilden Knochensubstanz in Form concentrischer Lamellen. So schieben sich neue Lamellensysteme in die alten hinein und zerstören diese zum Theil, sodass sie nur als Bruchstücke (intermediäre Lamellen) zwischen den Speciallamellen bestehen bleiben.

Die **Verknöcherung der Epiphysen** beginnt später als die der Diaphyse. Zuerst entsteht in jeder Epiphyse ein Verkalkungspunct, dann wuchert von der Diaphyse und vom Periost osteogenes gefässreiches Granulationsgewebe in denselben ein, wodurch ein Markraum entsteht. Nun tritt perichondrale und endochondrale Ossification wie an der Diaphyse ein. Zwischen der Epi- und Diaphyse erhält sich bis zur Beendigung des Wachsthums eine Knorpelschicht, Epiphysen-Fugenknorpel.

b) **Die Genesis der Deckknochen.** Die Deckknochen entwickeln sich aus einer bindegewebigen Grundlage, die dem häutigen Primordialcranium aufliegt (intermembranöse Knochenbildung). Zuerst ist eine structurlose homogene Grundsubstanz, die rundliche und Fortsatzzellen enthält, vorhanden, in welcher aber bald leimgebende Fibrillen entstehen. Dadurch, dass diese besonders reichlich gegen die Oberfläche auftreten, tritt eine Schichtung der vorher gleichmässigen Masse in die oberflächliche Faserschicht des Periosts und die weiche, an Capillaren reiche tiefere Bildungsschicht ein. In letzterer ordnen sich die leimgebenden Fibrillenbündel zu Fasersträngen, die sich zuerst radiär anordnen und dann ein Netz resp. Geflecht bilden, welches durch Wachsthum der Faserstränge sehr engmaschig werden kann. Bald nehmen die Bindegewebsbalkchen Kalksalze auf, während sich an ihrer Peripherie die Osteoblasten, die durch höhere Ausbildung der Embryonalzellen entstehen sollen, ablagern. Letztere bilden, sich fortwährend vermehrend, Knochenlamellen. Die Verknöcherung geht ebenso wie an den Röhrenknochen von bestimmten Puncten aus und dringt von diesen meist in radiärer Richtung durch Wachsthum der Balken und Proliferation der Osteoblasten immer weiter vor. Die äusserste und innerste Schicht der weichen Schädelbekleidung bleibt unverknöchert und bildet das Periost. Erst spät erfolgt von den Osteoblasten der innersten Schicht dieser Haut die Bildung der compacten Knochenrinde.

[Die besprochenen Knochenbildungsvorgänge, bei denen das Knochengewebe aus den Osteoblasten (Periostzellen und deren Abkömmlingen) entsteht und etwa vorhandenes Knorpelgewebe zerstört wird, bezeichnet man als die **neoplastische** Ossification im Gegensatz zu der sogen. **metaplastischen Ossification**, bei der das Knorpelgewebe direct in Knochengewebe durch Umwandlung der Knorpelzellen in Knochenzellen etc. übergehen soll. Strelzoff will den metaplastischen Vorgang bei der Bildung des Unterkiefers beobachtet haben, während Stieda und Andere das Vorkommen dieser Art der Knochenbildung bestreiten.]

Die Bildung der Knochenhöhlen. Bei der Neubildung resp. Entstehung von Knochengeweben bildet sich dasselbe vielfach auch an solchen Stellen des Knochens, an denen es später fehlt; d. h. an Stellen, die beim ausgebildeten Knochen Höhlen darstellen, die z. B. mit Knochenmark gefüllt sind. Die Bildung dieser Höhlen (Markhöhlenbildung) erfolgt erst später und zwar durch Resorption bereits gebildeten Knochengewebes und durch Verschiebung der Knochenbalken nach aussen. Sowohl bei diesen Vorgängen als bei der zur Bildung anderer Spalten, Löcher, Canäle, Gruben und zur Modellirung der Knochenoberflächen und zur Höhlenvergrösserung vorkommenden Resorption sind gewisse Zellen, die sogen. Osteoclasten (Kölliker),

d. h. grosse Zellen von unregelmässiger Gestalt, die oft einen Saum von cilienartigen Anhängen oder andere Fortsätze besitzen, thätig. Diese Zellen liegen in flachen oder tieferen, kleineren oder grösseren Gruben, den Howship'schen Lacunen. Unter ihrer Einwirkung schwindet das Knochengewebe und vertiefen sich die Gruben (lacunäre Resorption). Die Stellen, an denen die Zellen auftreten und von denen nur von aussen die Resorption entsteht nennt Kölliker typische Resorptionsflächen. Sie finden sich an der Wandung der Markräume während der Entwickelung und an der äusseren Oberfläche des Knochens überall da, wo Resorption z. B. zur Bildung der Zahnfurchen, zum Poliren der Oberflächen durch Einschmelzen von Unebenheiten etc. statthat. Ganz besonders findet die Resorption an der Markhöhle und an der inneren Schädeloberfläche aber auch an Stellen der äusseren Oberfläche statt. Die Formung der Knochen und ihrer Oberflächen ist das Resultat einer zweckmässigen Combination von Bildung und Resorption von Ossein.

[Die Kölliker'sche Resorptionstheorie hat viele Anfechtungen erfahren; sie scheint aber durchaus richtig zu sein. Namentlich erhellt dies aus der Thatsache, dass das fötale Knochengewebe einen anderen (einen geflechtartigen) Bau hat als das entwickelte lamellös construirte Gewebe (Ebner) und daraus, dass z. B. die Compacta eines Röhrenknochens eines vierjährigen Kindes dünner ist als die eines dreijährigen (Schwalbe). In Anbetracht dieser Facta muss die Berechtigung der Appositions- und Resorptionstheorie anerkannt werden.]

Kassowitz behauptet, dass jeder Howship'schen Lacune eine Blutgefässschlinge entspricht.

Knochenwachsthum. Die Knochen wachsen nach der Anschauung der meisten Autoren durch Anlagerung neu gebildeter Knochenlamellen von aussen (Appositionstheorie) und nach Ansicht weniger anderer Forscher durch eine Volumszunahme der bereits gebildeten Knochensubstanz von innen heraus (Expansionstheorie, interstitielles Knochenwachsthum). Einige Autoren nehmen beide Arten des Knochenwachsthums an.

Beim **appositionellen Knochenwachsthum** unterscheidet man das Längen- oder Breiten- und das Dickenwachsthum. Letzteres geht vom Periost, ersteres vom Epiphysenfugenknorpel (Intermediärknorpel) oder von dem Suturen- (Fontanell-) Gewebe aus. Beim Dickenwachsthum sind die von der Osteoblastenschicht (Cambiumschicht) des Periosts ausgehenden Vorgänge dieselben, wie die bei der fötalen perichondralen Knochenbildung statthabenden. Das Längenwachsthum erfolgt endochondral, und beobachtet man dabei folgende Vorgänge: Zuerst erfolgt Wucherung von Knorpelzellen, diese vergrössern sich und scheiden Intercellularsubstanz ab, welche in Folge dessen, dass sich die Zellen in fast parallelen Reihen nebeneinander lagern, förmliche Bänder zwischen den Zellreihen bilden. In die Intercellularsubstanz lagern sich bald Kalksalze ein. In das verkalkte Knorpelgewebe dringen Blutgefässe und Granulationsgewebe von dem benachbarten Knochenmark vor; dadurch werden die Kalksalze aufgelöst und die Knorpelkapseln geöffnet und nur ein Theil der Zwischensubstanz bleibt in Form von Balken bestehen. An diesen Balken erscheinen Osteoblasten, von denen aus die Bildung der Knochensubstanz erfolgt.

Dadurch, dass vom Epiphysenfugenknorpel fortwährend neues Gewebe gebildet und das vorher entstandene weiter fortgeschoben wird, kommt es, dass man vom Knorpel zum Knochen hin bei Längsschnitten wachsender Knochen die Stadien der Knochenbildung in einzelnen auf einander folgenden Schichten, von denen die jüngsten am Knorpel und die ältesten am Knochen liegen, beobachten kann. An einem durch den Gelenkknorpel zum Knochen geführten Längsschnitt kann man mehrere typische

hichten constatiren (cf. Fig. 100), 1. normales Knorpelgewebe *(a)*, 2. die Proliferations-hicht der Knorpelzellen an der Peripherie des Epiphysenfugenknorpels mit unregelmässig stalteten Zellen *(b)*, 3. die hypertrophische Schicht mit dem Richtungsphänomen *(c)*.

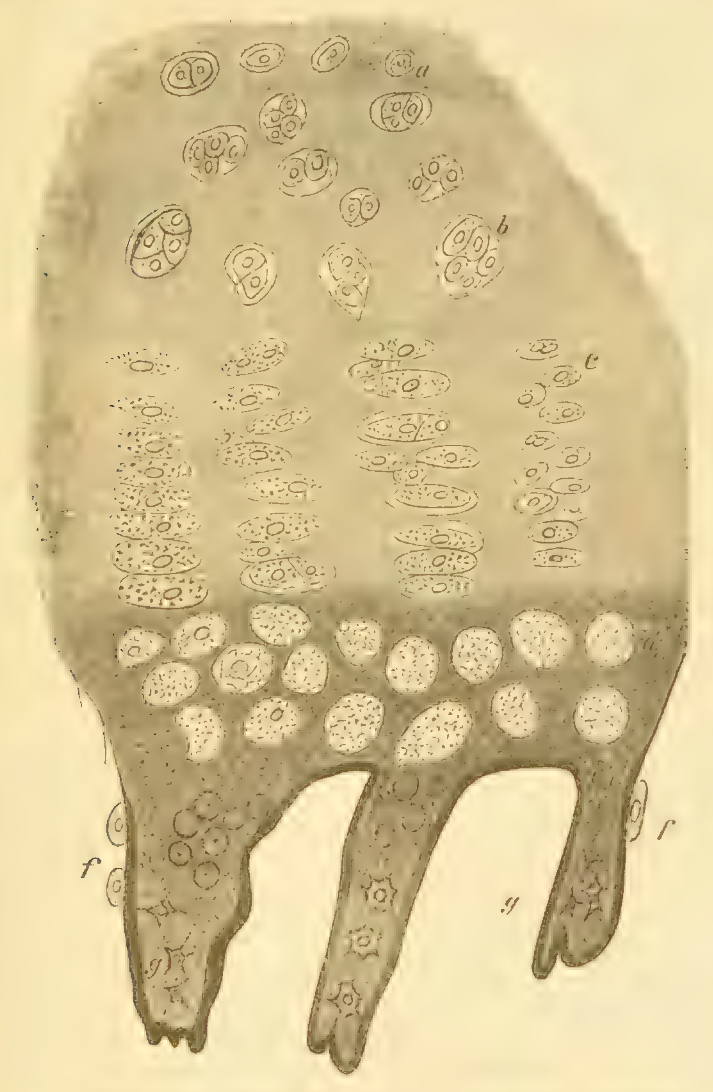


Fig. 100. Knochenwachsthum, schematisch dargestellt.

Die Zellen sind gross und liegen in Reihen (Knorpelzellsäulen)] geordnet, 4. die alkführende regressive Schicht *(d)*, 5. die Granulationsschicht, in der das Knorpelgewebe ufgelöst und Knochengewebe auf Balken und in Buchten gebildet wird *(e, f, g)*. 5. Ausgebildetes Knochengewebe und Marksubstanz. Dass neben diesem appositionellen Wachsthum auch wohl noch ein interstitielles, wenn auch nur in der ersten nachjugendlichen Zeit stattfindet, scheint namentlich daraus hervorzugehen, dass in den Knochen der Erwachsenen die Knochenkörperchen weiter auseinanderstehen als beim wachsenden Knochen.

Die Cementsubstanz der Zähne.

Die Cementsubstanz der Zähne stellt echte, nur wenig modificirte Knochensubstanz dar. Sie besteht aus parallel zur Oberfläche verlaufen-

den Lamellenlagen, enthält Knochenkörperchen mit anastomosirenden Primitivcanälen und nur wenige Gefässcanäle. Die ersteren anastomosiren mit den Zahnbeinröhrchen und fehlen nur an den dünnsten Stellen des Cementbelags der Zähne.

4. Die Zahnbeinsubstanz (Dentingewebe).

Das Zahnbeingewebe steht dem Knochengewebe ungemein nahe und befindet sich in einem ähnlichen Verkalkungszustande wie dieses, ist also hart und brüchig und kann durch Säuren entkalkt werden. Es bildet den Hauptbestandtheil und die Grundlage der Zähne und verleiht ihnen ihre Form. Die Zähne bestehen nämlich aus drei Substanzen, dem ihre Hauptmasse ausmachenden Zahnbeine, der diese deckelartig oder mützenartig von oben bedeckenden Schmelzsubstanz und der sie an der Wurzel rundum mantelartig umgebenden Cementsubstanz (cf. Verdauungsorgane). Die Zahnbeinmasse der Zähne besitzt an ihrer unteren Seite wie eine am Boden eingedrückte Flasche eine Einbuchtung (Zahnhöhle) zur Aufnahme der kegelförmigen Zahnpapille.

Bau. Das weisse, feste Zahnbeingewebe besteht aus einer verkalkten, der Intercellularsubstanz des Knochens ähnlichen Grundsubstanz, die nach dem Entkalken als schneidbarer Dentinknorpel zurückbleibt, beim Durchschnitte feine, mit der Oberfläche parallele Streifungen erkennen lässt und von feinen Canälen durchsetzt ist (Zahncanälchen) und die sich von der Knochengrundsubstanz wesentlich durch den Mangel an Zellen und den nicht lamellösen Bau unterscheidet. Nach Ebner besteht dieselbe aus leimgebenden Fibrillen, wie das Knochengewebe. Die Zellen des Zahnbeingewebes liegen sämmtlich auf der Oberfläche des Zahnkeimes, also an der unteren vertieften Wand der Zahnbeinsubstanz. Sie senden von da aus ausser anderen auch Fortsätze in die Zahnbeinsubstanz, die dicht neben einander beginnend radiär gegen die Oberfläche des Zahnbeines verlaufen und in den Zahncanälchen oder Zahnröhrchen liegen und Tomes'sche oder Zahnfasern genannt werden.

Die Zahnröhrchen werden von einer elastischen und sehr resistenten Scheide (Neumann's Scheide), welche die Zahnfasern von der festen Zahnbeinsubstanz scheidet, gebildet. Sie beginnen an der Wandfläche der Zahnhöhle mit freien Oeffnungen und verlaufen von da, hin und wieder bündelförmig angeordnet in radiärer Richtung gegen die Oberfläche, indem sie während des Verlaufs immer dünner werden. Sie senden nämlich von Anfang an feine Zweige in spitzen Winkeln ab und erst näher gegen die Oberfläche beginnt eine bedeutende Ramification und Anastomosenbildung unter einander und mit Zweigen von benachbarten Canälchen. Die oberflächlichsten Aeste enden in mannigfach gestalteten und gebuchteten Hohlräumen (Interglobularräumen) oder gehen schlingenartig in einander über. Der Verlauf der Zahncanälchen ist kein gestreckter, sondern sie zeigen grössere wellenförmige und S-förmige Biegungen, auch scharfe wellenförmige Knickungen und

chraubenwindungen. Dadurch wird z. Th. der Atlasglanz und das uftreten concentrischer Linien auf dem Querschnitte erklärbar. Die

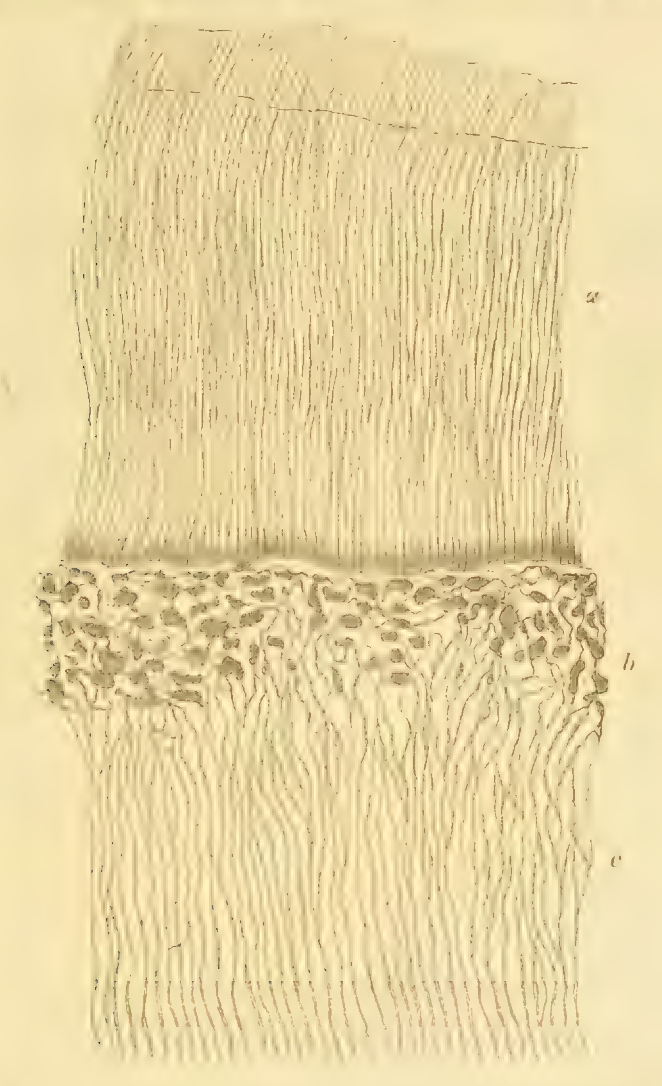


Fig. 101. Schliff von der Krone des Schneidezahnes einer Kuh.
a) Schmelz, *b*) Interglobularräume, *c*) Zahnbeinsubstanz.

Knickungen der Röhrchen sind offenbar bedingt durch beim Wachsthum vorkommenden periodisch gesteigerten Widerstand.

IV. Das Muskelgewebe.

Das Muskelgewebe gehört, da es nur und allein aus aneinander gekitteten Zellen besteht und keine Grundsubstanz besitzt, eigentlich zu den vorn abgehandelten Zellengeweben, unterscheidet sich aber doch physiologisch und anatonisch so bedeutend von diesen, dass ihm eine besondere Stelle angewiesen werden musste. Während nämlich die Zellengewebe wesentlich als Deck- und Secretionsorgane fungiren und kein ausgiebige characteristische Differenzirung der Zellleiber erkennen lassen, ist die Muskelsubstanz das Gewebe der activen Bewegung und durch ganz besondere und

characteristische Differenzirungen und Umbildungen des Zellleibes ausgezeichnet. — Dadurch, dass die Muskelzellen den Faserzellen angehoren, resp. sich der Länge nach zu Fasern miteinander verbinden, ist das Muskelgewebe auch als ein Fasergewebe

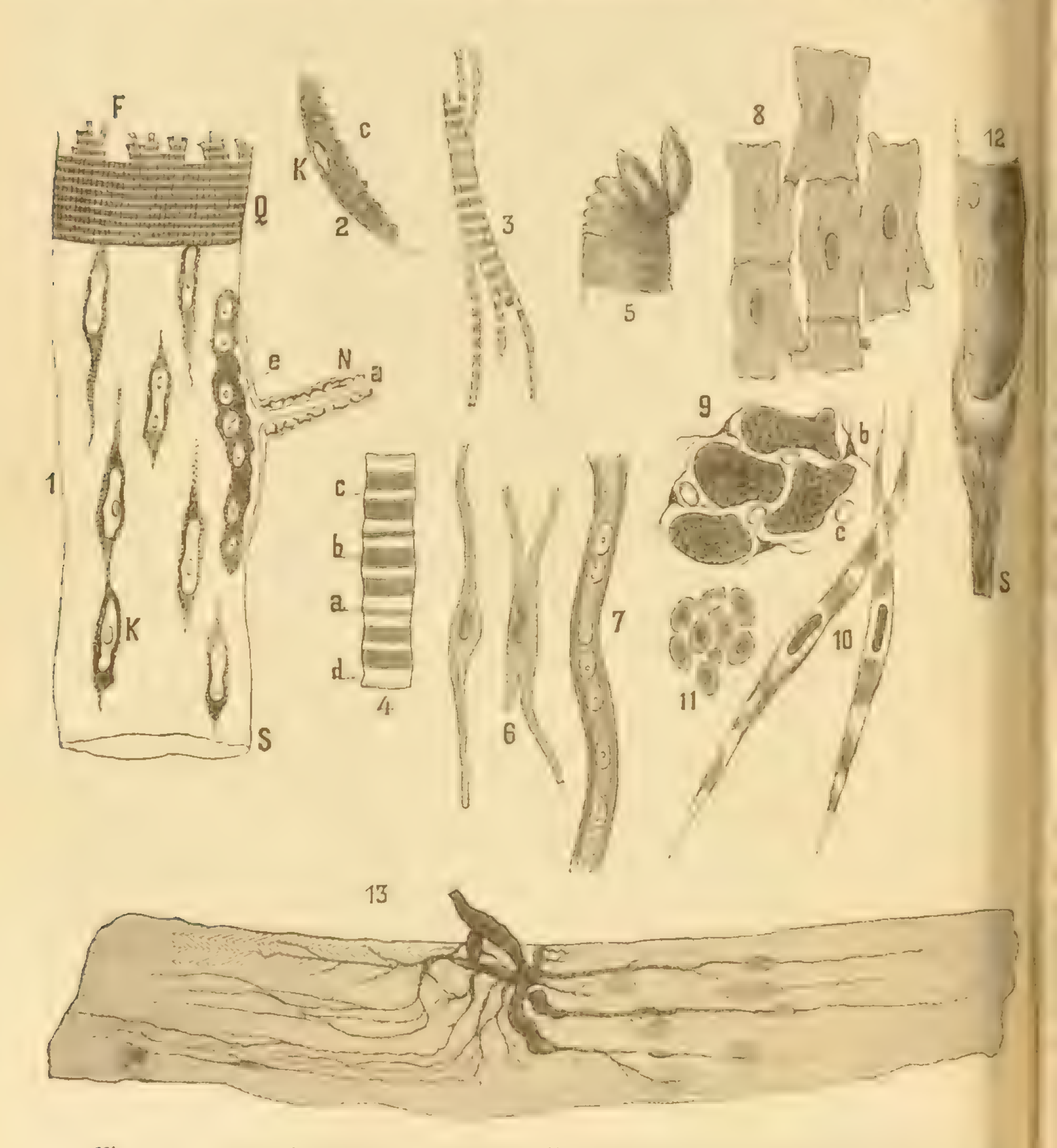


Fig. 102. Muskelgewebe. 1. Schema aller Theile einer quergestreiften Faser. (*S* Sarcolemma, *K* Muskelkerne, *Q* Querstreifung, *F* Fibrillen, *N* Nerv, *e*) kernhaltige Platte). 2. Abschnitt eines Querschnittes. 3. Isolirte Fibrillen 4. Eine stark vergrösserte Fibrille eines Insectenmuskels (*a*) die Krause-Amici'sche Linie, *b*) anisotrope Substanz, *c*) Mittelscheibe, *d*) isotrope Substanz). 5. Zerfall in Discs. 6. Herzfaserzellen vom Frosch. 7. Embryonale Bildung der Muskelfasern. 8. Herzmuskelzellen. 9. Querschnitt der Herzmuskulatur. 10. Glatte Muskelzellen. 11. Querschnitt derselben. 12. Muskelfaser mit Sehne. 13. Interfibrilläre Muskelnerven (Gerlach).

wie das Bindegewebe zu betrachten. Die Muskelfasern unterscheiden sich aber auch in der Formung und anderen Eigenschaften ganz besonders dadurch von den Bindegewebsfasern, dass sie die Fähigkeit besitzen, sich durch Nerveneinfluss unter Kürzer-

und Dickerwerden zusammenziehen zu können (Contractilität). Die Muskelfasern ordnen sich entweder zu soliden oder zu hohlen Organen an, bilden die Muskulatur der Eingeweide und des Skelets u. s. w.

Nach der Gestalt der Zellen und dem gesammten Bau unterscheidet man 3 Arten des Muskelgewebes:

1. Das Gewebe der Skelet- oder Körpermuskulatur.
2. » » » Herzmuskulatur.
3. » » » vegetativen Muskulatur.

Die beiden erstgenannten Arten werden wohl auch als »quergestreiftes Muskelgewebe« zusammengefasst und dem ad 3 genannten glatten Muskelgewebe gegenüber gestellt.

Physiologisch nennt man das ad 1 aufgeführte Gewebe: Muskelgewebe, mit rascher willkürlicher, das ad 2 genannte: M. mit rascher unwillkürlicher und das ad 3 citirte: M. mit langsamer unwillkürlicher Contraction. Es giebt aber quergestreifte Muskelfasern, die in ihrem Bau mit der Skeletmuskulatur m. o. w. übereinstimmen oder auch zwischen ihr und der Herzmuskulatur stehen und sich doch unwillkürlich contrahiren (Muskeln des Schlundkopfs, des Gaumensegels, des Schlundes und Kehlkopfs, Muskulatur der grossen Venenstämme, gewisse Muskeln am Harnapparat, gewisse Augenmuskeln etc.); andererseits giebt es auch glatte Muskeln, auf deren Contraction die Thiere durch Uebung einen gewissen Willenseinfluss ausüben können. — Das quergestreifte Muskelgewebe ist, wie die Genese und die vergleichende Anatomie lehrt, als eine höhere Entwickelungsstufe des glatten Gewebes zu betrachten.

1. Das quergestreifte Muskelgewebe mit willkürlicher Contraction.

Allgemeines. Dieses Gewebe stellt den Hauptbestandtheil der schon mit unbewaffnetem Auge als faserig erkennbaren Skeletmuskeln dar. Zerzupft man einen Muskel, so findet man schliesslich (namentlich nach vorheriger Behandlung desselben mit 35 pCt. Kalilauge, mässig concentrirter Salz- oder Salpetersäure, chlorsaurem Kali, einer Mischung von Salpetersäure mit Glycerin) ganz feine, nicht mehr zerzupfbare Fasern von 10—80 μ Durchmesser und verschiedener Länge (1—5 *cm* und darüber). Dieses sind die Elemente der Skeletmuskulatur und werden Muskelprimitivfasern (Primitivbündel, fibrae musculares, quergestreifte Muskelspindeln, Myoblasten etc.) genannt. Jede Faser stellt einen

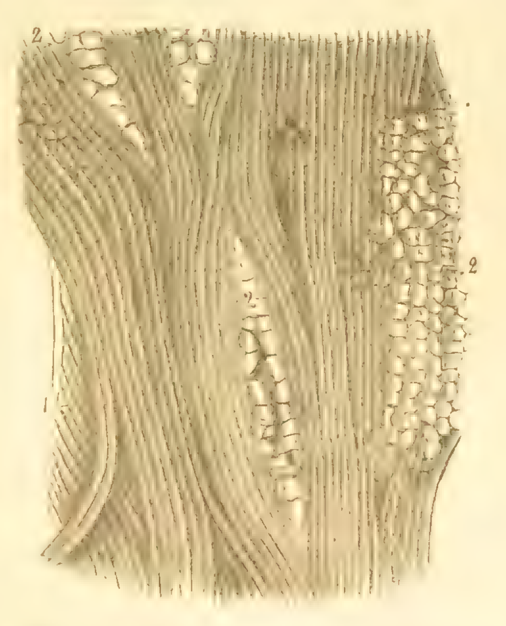


Fig. 103. Stückchen aus dem Muskel eines gemästeten Ochsen. Vergr. $^{30}/_{1}$. (Lungwitz) 1. Primitivbündel. 2. Fettgewebe.

m. o. w. rundlichen, unter Umständen etwas abgeflachten Cylinder dar, der sich dadurch, dass er in der Mitte am dicksten ist und gegen beide Enden allmählich ein wenig dünner wird, der Spindelform nähert und dessen Enden kurz zugespitzt oder abgestumpft und kolbig abgerundet oder sogar (wie in einigen Zungen-, Augen- und Schlundmuskeln) gespalten, resp. verästelt sind. In kurzen Muskeln reicht die Primitivfaser von einem Ende derselben zum andern, während sie in langen Muskeln am interstitiellen Gewebe endet und eine Länge von 4—5 *cm* gewöhnlich nicht übersteigt. Froriep will allerdings im m. sartorius hom. Fasern von 16 *cm* Länge gefunden haben. Jede Faser besteht aus der Hülle, d. h. einer sie schlauchartig umgebenden Membran, dem contractilen Inhalte und den Muskelkernen.

Die Primitivmuskelfasern ordnen sich, Saftlücken zwischen sich lassend, zu Bündeln aus wesentlich parallelen Fasern (Primärbündel); diese werden vom Bindegewebe umgeben und verbinden sich mit anderen zu secundären Bündeln (Fig. 104), die eine dickere Bindegewebshülle besitzen und sich zu tertiären Bündeln vereinigen Das Gefässe und Nerven haltige interstitielle Bindegewebe stellt das Perimysium internum dar, während das den Muskel umgebende Gewebe Perimysium externum heisst (s. Fig. 113).

1. Die **Membran der Muskelfaser** (Sarcolemma, Myolemm, Muskelfaserscheide) ist ein dünnes, structurloses, durchsichtiges, elastisches, gegen Säuren, Alkalien etc. sehr resistentes Häutchen, welches einen





Fig. 104. Schematische Darstellung eines secundären Muskelbündels mit Sehne (*c*).



Fig. 105. Primitivfaser mit durchrissenem Inhalte und gedrehtem, nicht zerrissenem Sarcolemmaschlauche (*a*).

cylindrischen Schlauch bildend den Inhalt ganz dicht umgiebt und auch die Enden überbindet. Das Sarcolemma ist, da es dem Inhalte dicht an-

liegt, für gewöhnlich nicht nachweisbar, sondern bewirkt nur, dass die Muskelfaser scharf contourirt erscheint; nur wenn es vom Inhalte durch dazwischen tretende Flüssigkeit oder durch mechanisches Abreissen entfernt wird, kann es demonstrirt werden.

Ob das Sarcolemma als Zellmembran der contractilen Riesenzelle (Kölliker) und diese demnach als Cytoblaste zu betrachten ist, oder ob es eine accessorische vom Interstitialgewebe stammende Hülle, welche direct in das Sehnen- oder Interstitialgewebe übergeht, darstellt, ist noch streitig. Thannhofer fand das Sarcolemma zweischichtig und nimmt an, dass nur die äussere Schicht in das Sehnengewebe übergeht.

Jede Muskelfaser steht nämlich mit ihren zugestutzten Enden durch ihr Sarcolemma mit Bindegewebe (dem der Sehnen oder der Inscriptiones tendineae, oder des interstitiellen Gewebes oder der Fascien in Verbindung resp. steckt derart darin, dass die Enden vom Bindegewebe umschlossen sind.

2. Die **Muskelkerne**. Sie sind von ellipsoider Gestalt, etwas abgeplattet und nach der Axe der Muskelfaser gerichtet. Sie besitzen ein oder mehrere Kernkörperchen und eine Membran und erscheinen dadurch bläschenartig und sind von einer granulirten Zone, die sich an ihren Polen oft pyramidenartig anordnet, umgeben. Sie liegen bei den Säugethieren in der Regel am Sarcolemma (Sarcolemmkerne), finden sich aber namentlich bei den Evertebraten auch vielfach mitten in dem Inhalte. Die in der Muskelsubstanz selbst vorkommenden Kerne dürften in der interstitiellen Flüssigkeit zwischen den Fibrillen liegen.

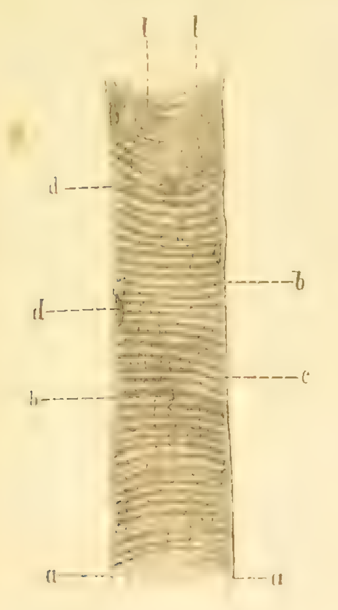


Fig. 106. Quergestreiftes Muskelprimitivbündel.
a) Sarcolemma, *b*) helle, *c*) dunkle Querstreifen, *l l*) zarte Längsstreifung, *d d d*) Kerne.

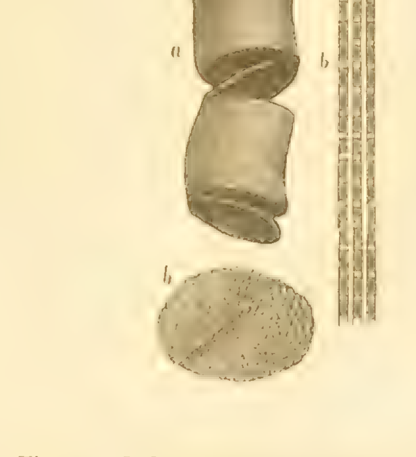


Fig. 107. I. Quergestreiftes Muskelprimitivbündel, bei *a*) in Querscheiben (discs) zerfallend, *b*) Oberfläche einer dieser Scheiben (nach Todd und Bowman), II. Muskelfibrillen, *a*) dunkle, *b*) helle Zonen derselben (schematisch).

3. Der **Inhalt der Muskelfasern** (contractile Substanz). Bei der Besprechung desselben ist wohl zu unterscheiden. zwischen dem an der unverletzten, ruhenden Faser thatsächlich Wahrnehmbaren und den hypothetischen, aus den Wahrnehmungen gefolgerten Anschauungen über die Structur der Muskelfasern.

a) Die **Wahrnehmungen an ruhenden unverletzten Fasern.** Schon mit verhältnissmässig schwachen Vergrösserungen nimmt man eine durch das regelmässige Alterniren von hellen und dunklen Linien, die sich bei stärkerer, 300—400 facher Vergrösserung als helle und dunkle Querbänder markiren, bedingte Querstreifung und eine weniger deutliche Längsstreifung wahr. Beide Erscheinungen können durch die Anwendung gewisser Reagentien resp. Behandlungsmethoden und zwar die erstere durch Anwendung von ½—1 pCt. Essigsäure, Kaliumbichromat, Magensaft, Gefrierenlassen etc. und die letztere durch Alkohol, Picrinsäure, Chromsäure etc. deutlicher gemacht werden. Bei längerer Anwendung der genannten Reagentien zerfallen in dem einen Falle die Fasern in Querscheiben, im anderen in Längs-Fibrillen.



Fig. 108.
Querstreifung nach Krause.

Prüft man die Querstreifung unter Anwendung stärkerer, z. B. 500- bis 1000facher Vergrösserung, dann bemerkt man, dass das helle Querband durch eine feine dunkle Querlinie, die als der Ausdruck einer ganz dünnen Scheibe resp. einer Membran erscheint, wieder in 2 Hälften getheilt wird (Krause, Amici). Diese Scheibe ist, während die anderen als helle und dunkle Querscheibe bezeichnet werden, Grundmembran (Krause), Endscheibe (Merkel), Zwischenscheibe (Engelmann) genannt worden. Es folgen demnach nicht helle und dunkle Bänder einfach alternirend auf einander, sondern es folgt dunkle Linie, helles Band, breites dunkles Band, helles Band, dunkle Linie, helles Band etc. (cf. Fig. 108). Nach Hensen wird auch die dunkle Querscheibe, was Krause bestreitet, durch eine Mittellinie (Mittelscheibe) in zwei Hälften getheilt. Engelmann findet ausserdem auch jederseits an der in dem hellen Querband sichtbaren dunklen Krause-Amici'schen Linie noch eine Nebenlinie (Nebenscheibe) in der hellen Substanz.

Bezüglich der Consistenz und anderer Eigenschaften der quergestreiften Substanz ist noch Folgendes festzustellen: der Inhalt des Sarcolemmaschlauches reagirt alkalisch und ist von m. o. w. flüssiger oder ganz weicher Beschaffenheit, was sich namentlich aus der Thatsache ergiebt, dass Kühne ein Würmchen in dieser Substanz schwimmen sah, und beobachtete, wie die Querstreifung bei Vorwärtsdringen des Würmchens auswich und nach seinem Durchgange wieder entstand. Eberth machte eine ähnliche Beobachtung, glaubte aber, dass das

Würmchen in der interfibrillären Masse zwischen den Fibrillen sich bewegte.

Bezüglich des Lichtbrechungsvermögens der Muskelsubstanz constatirte Brücke, dass die Substanz der dunklen Querscheiben doppelt brechend (anisotrop) und die der hellen einfach brechend (isotrop) ist. Die contractile Substanz besteht also aus einer anisotropen, matt erscheinenden und einer isotropen hellen Substanz. Die erstere ist fester, weniger reich an Wasser, die letztere flüssig. Die erstere bildet die etwas rauhen Krause-Amici'schen Scheiben und die dunklen Querscheiben, während aus letzterer die hellen Querscheiben bestehen. Die Substanz der Grundmembranen unterscheidet sich von der der dunkleren Scheiben insoweit, als sie trockener und resistenter ist.

b) Die **Ansichten über den Bau der Muskelfaser** sind noch nicht geklärt. Aus den verschiedenen Anschauungen ergiebt sich, dass man ziemlich allgemein der Ansicht ist, dass die Muskelfasern durch quere Septen, die man sich entweder als Membranen oder als aus kleinen festen Theilchen, die in einer Flüssigkeit (der isotropen Substanz) liegen, aufgebaut denkt, in Fächer zerfallen, in denen die anisotrope Substanz in Form einer Art Scheibe oder einer abgeschnittenen Säule den Hauptraum einnimmt und oben und unten von der isotropen Substanz bedeckt ist. Ob auch Längsscheidewände vorhanden sind, welche die Faser in Fibrillen und die Fächer in Kästchen zerlegen, ob an den Quermembranen beiderseits noch Anhäufungen von anisotroper Substanz in Form von Nebenscheiben vorkommen und dergl. Fragen sind noch nicht entschieden. Nachstehend sei der wesentlichsten Anschauungen über den Bau der Muskelfasern gedacht.

1. Aus der oben angeführten Thatsache, dass die Muskelfasern in Scheiben (Bowman's Discs) einerseits und in Fibrillen andererseits zerlegbar sind, folgerte man, dass ihr Element weder die Scheibe noch die Fibrille sein konne, sondern, dass sie aus in flüssiger Zwischensubstanz liegenden Fleischtheilchen (sarcous elements, Bowman), die durch längs- und querverlaufende Furchungsebenen begrenzt würden, bestehe. Aus diesen Elementen sollen sich die Fibrillen durch lockeres Aneinanderreihen der Länge nach, und die Scheiben durch dichte Aneinanderfugung der Quere nach, bilden. Die Scheiben (dunkle Querbänder), in denen die sarcous elements so dicht liegen, dass sehr wenig flüssige Zwischensubstanz zwischen ihnen bleibt, sollen wie die Geldstücke in einer Geldrolle oder die Metalle in einer galvanischen Säule derart übereinander liegen, dass Scheibe von Scheibe durch eine Lage heller, flüssiger Substanz (helle Querbänder) getrennt wird, und dass jedes sarcous element der oberen Scheiben in gerader Linie über solchen der untenliegenden Scheiben sich befindet.

Die aus anisotroper, dunkel erscheinender Substanz bestehenden Querscheiben sollen wieder aus sehr kleinen, festen, doppelt brechenden Körpern von constanter Grösse und Form (den Disdiaklasten, Brücke) bestehen, welche einaxigen doppelt brechenden Krystallen, die mit ihrer Axe nach der Faserrichtung gelegt sind, entsprechen. Die Regelmässigkeit in der Art und Weise des Aneinanderreihens dieser doppeltbrechenden Elemente in der einfach brechenden Substanz soll eine Gliederung des Faserinhaltes nach der Längs- und Querrichtung veranlassen. Von einer Seite

der Autoren wird nun blos eine Praeexistenz der queren Abtheilung angenommen, während die Längszerklüftung als postmortales Phänomen gedeutet wird.

2) Dieser Anschauung entgegen, nehmen viele Autoren (z. B. Ranvier) an, dass jede Muskelfaser aus feinen, zarten, membranlosen oder mit Membran versehenen Fibrillen besteht, die selbst aus verschiedenen alternirend uber einander liegenden Fächern aufgebaut sind und deren event. Membran sich nach Sachs in bestimmten Intervallen unterbricht resp. umbiegt, um die Quermembran zwischen den Kästchen zu bilden. Diese Fibrillen sind nach der Längsaxe der Faser gerichtet, liegen einander parallel und sind in eine leicht kornige flussige intermediäre Masse eingebettet; sie vereinigen sich zu Bündeln (Primitivcylinder, Leydig, Muskelsäulchen, Kolliker) und diese sich zur Muskelprimitivfaser. — Für diese Anschauung spricht die Thatsache, dass die Muskelfasern, namentlich bei den Evertebraten oft sehr leicht (Arndt, Wagner, Fredericq, Sachs u. A.) in Fibrillen zerlegt werden können und dass der Querschnitt einer Faser ein Bild liefert, welches dafür spricht, dass sie aus fadenartigen parallel verlaufenden Elementen besteht, die in einer interstitiellen, die Zwischenräume ausfüllenden Masse liegt (cf unten) — Verschiedene Autoren sind aber der Ansicht, dass sowohl der Zerfall in Fibrillen als das Querschnittbild eine Folge des Absterbens seien und dass die lebende Faser diese Verhältnisse nicht darbiete.



Fig. 109.
1. Faser mit Fibrillenzerfall.
2. Isolirte Fibrillen.
4. Muskelscheiben. Seitenansicht.

3 Krause stellt sich auf Grund der an der Muskelfaser zu machenden Wahrnehmungen ihren Bau wie folgt dar: der Raum zwischen je 2 Grundmembranen (dunklen Linien) bildet eine Art Büchse (Muskelfach), deren Seitenwände und deren eine Basalseite durch Membranen geschlossen, während die andere basale Seite wie bei einem Becher offen ist. Dadurch, dass die Fächer übereinander gereiht sind, deckt die Grundmembran des nächst oberen Faches jedesmal die Oeffnung der unterliegenden zu, so dass demnach die Fächer allseitig geschlossen erscheinen. Jedes Muskelfach wird durch Längsscheidewände in kleine Büchsen (Muskelkästchen) abgetheilt. Jedes Muskelkästchen besitzt eine Seiten- und eine Grundmembran stösst also seitlich mit der Seitenmembran nebenan liegender Kästchen zusammen, während die Grundmembran gewissermassen je 2 übereinander liegenden Kästchen gemeinsam ist, und kann man sich auch die Kästchen ebenso wie die Fächer wie über einander gereihte oben offene Becher denken. In jedem Kästchen befindet sich eine Flüssigkeit, die Muskelkästchenflüssigkeit (isotrope Substanz) und in dieser ein Fleischprisma (sarcous element), das einer mehrkantigen oben und unten quer abgeschnittenen Säule entspricht, seitlich die Seitenmembran berührt und oben und unten von Flüssigkeit bedeckt ist. Indem sich die Kästchen quer zum Muskelfach aneinander lagern, während etwas interstitielle Flüssigkeit oder Kitt die Seitenmembranen mit einander verbindet, entstehen die dunklen Querscheiben dadurch, dass die Fleischprismen in einer Ebene und in gleicher Höhe nebeneinander liegen und die Krause-Amici'schen Linien durch Aneinanderstossen der Grundmembranen, während die zwischen beiden befindliche Flüssigkeit das helle Band darstellt. Die Aneinanderreihung der Kästchen der Länge der Faser nach bedingt die Bildung von Fibrillen (Muskelkästchenreihen), die durch etwas interstitielle Flüssigkeit

von einander getrennt sind und die **Längsstreifung** hervorrufen (Vermehrung der interstitiellen Flüssigkeit durch Wasserzusatz etc. oder Schrumpfung der Kästchen

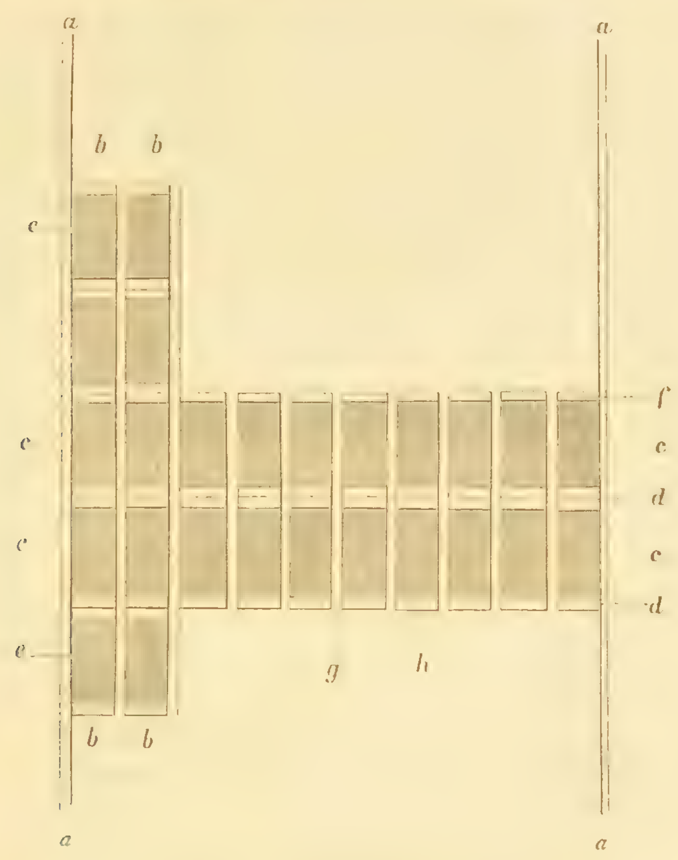


Fig. 110. Schema der quergestreiften Muskeln nach Krause.
aaaa Sarkolemma, *bbbb* Reihen von Muskelkästchen (Kästchenreihen), *cccc* Muskelfächer, *d* Grundmembran eines Muskelfaches, *ee* Fleisch- oder Muskelprismen (in den Muskelkästchen befindliche anisotrope Substanz), *f* isotrope Substanz oder Muskelkästchenflüssigkeit, *g* interstitielle Flüssigkeit zwischen den Seitenmembranen, *h* Grundlinie oder Grundmembran der Muskelkästchen.

macht die Längsstreifung deutlicher). Jede Fibrille zeigt also alle Structurverhältnisse für sich. In sämmtlichen zu einer Faser gehörenden Fibrillen haben die Kästchen dieselbe Höhe, Form und Lage, wodurch die Bildung der übereinander liegenden Fächer ermöglicht ist. Die Kästchen jedes Faches und die Prismen aller zu einem Fach gehörenden Kästchen liegen in einer Ebene. So allein erklärt sich die Regelmässigkeit der Querstreifung an der ganzen Faser.

Jedes Fleischprisma besteht nach Krause wieder aus **Stäbchen**, die der Quere nach senkrecht neben einander stehen und die beim Querschnitt der Scheiben diesen ein punktirtes Ansehen verleihen. Die Stäbchen hängen auch der Länge nach durch isotrope Substanz zusammen und bilden feine Fädchen, **Stäbchenreihen**. Diese Stäbchenreihen können unter Umständen wieder Bündel, d. h. stärkere Fädchen bilden und diese dann erst die Kästchenreihen, d. h. die gröberen Fibrillen.

Aus der Darstellung von Krause ergiebt sich, was die differenten Angaben der Autoren über Fibrillen zum Theil erklärt, dass es 3 **Arten von Fädchen**

in der Muskelfaser geben kann, 1. Stäbchenreihen, 2. Bündel aus Stäbchenreihen, 3. Kästchenreihen (Primitivcylinder, Leydig, Muskelsäulchen, Kölliker), die event. aus Bündeln von Stäbchenreihen bestehen.

4) Hensen, der die Existenz einer Mittelscheibe in der dunklen Querscheibe annimmt, vergleicht den Aufbau der Muskelfaser mit einer Volta'schen Säule, wobei die Filzplatte die isotrope Substanz, die Metallplatten die beiden Hälften je einer anisotropen Querschicht darstellen

5) Merkel nimmt an, dass die Krause'sche Grundmembran doppelt, dass ihre beiden Hälften (Endscheiben) durch Kitt mit einander vereinigt (Sachs), so dass also jedes Krause'sche Kästchen resp. Fach von oben und unten geschlossen sei. Er giebt ferner an, dass jedes dieser Kästchen durch eine feine in der dunklen Querscheibe vorhandene Mittelscheibe (Hensen) in 2 aufeinander liegende Kästchen getheilt wird (Dönitz), in denen die dunklen Scheiben dem Mittelscheibenseptum dicht anliegen. (Fig. 111.)

6. Engelmann entdeckte bei wirbellosen Thieren in der isotropen Substanz noch die sog. Nebenscheiben, die an jeder Seite der grossen Querscheibe zwischen dieser und der Grundmembran, die er Zwischenscheibe nennt, liegen. Engelmann bestreitet das Vorhandensein von Seitenmembranen an den Fibrillen resp. den Kästchen und betrachtet die Fibrillenbildung als eine postmortale Erscheinung. Er findet 5 Substanzen in jeder einem Krause'schen Muskelfache entsprechenden Abtheilung



Fig. 111. Schema des Aufbaues einer Muskelfaser (nach Merkel).

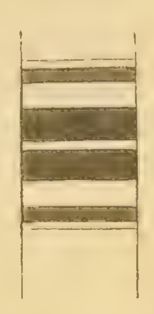


Fig. 112. Schema des Aufbaues einer Muskelfaser nach Engelmann.

der Fibrillen (die isotrope Substanz, die Substanzen der Zwischenscheibe, der Querscheibe, der Nebenscheibe und der Mittelscheibe), und folgen nach ihm die Substanzen wie folgt aufeinander: Zwischenscheibe, isotrope Substanz, Nebenscheibe, isotrope Substanz, Querscheibe, Mittelscheibe, Querscheibe, isotrope Substanz, Nebenscheibe, isotrope Substanz, Zwischenscheibe (Fig. 112). Die Endigung jeder Muskelfaser erfolgt mit einer Lage einfach brechender Substanz. Die Abtheilung zwischen je 2 Zwischenscheiben ist ein Muskelfach. Die Zwischenscheibe besteht aus der resistentesten Substanz; sie ist sehr elastisch, wenig dehnbar, doppelt brechend, körnig. Die Nebenscheiben sind ebenfalls körnig und kaum doppeltbrechend, die isotrope Substanz ist fast flüssig, sehr wasserreich, wenig quell- aber stark schrumpfbar. Die Mittelscheibe ist stark doppeltbrechend. Die Fibrillen bilden sich nach Engelmann erst beim Absterben und bestehen während des Lebens nicht. Die contractile Substanz setzt sich aus prismatischen Elementen, die in verschiedenen Scheibenarten von verschiedener Natur, aber in jeder Scheibe unter einander gleich sind, zusammen. Renaut constatirte, dass die Nebenscheiben dieselbe Beschaffenheit haben, wie die Zwischenscheiben und als accessorische Zwischenscheiben anzusehen sind. Bei den Säugethieren sind die Nebenscheiben nicht nachweisbar.

7. Ranvier betrachtet die dunklen dicken Scheiben als contractile den Amöben vergleichbare Elemente und die isotrope Substanz als eine elastische Masse, die sich leicht verschiebt und die Scheiben einander zu nähern sucht. Die Elemente (sarcous elements) sind in der Längsrichtung zu Fibrillen fester miteinander verbunden als in querer Richtung Die Fibrillen scheinen nur an den Stellen der schmalen Bänder (Grundmembranen) mit einander verbunden zu sein. Die dicke Querscheibe ist an und für sich einheitlich (ohne Mittelscheibe) zerfällt aber bei der Contraction in mehrere Scheiben (intermediäre und accessorische Scheiben). G. Wagner sah in den Querscheiben der Fibrillen ausser der Mittelscheibe noch 2—8 Nebenscheiben.

8. Ausser der durch Substanzdifferenzen bedingten Querstreifung kommt auch unter gewissen Umständen, namentlich bei und nach der Contraction durch das Auftreten von Querrunzeln an den Fasern eine andere, mit dieser nicht zu verwechselnde Querstreifung vor. Von gewissen Autoren wird aber das ganze Phänomen der Querstreifung als eine Folge der Runzelung der Faser gedeutet. So nehmen Klein, Haycraft an, dass die contractile Substanz eine gleichmässige Masse und dass die Querstreifung durch Thäler und Erhebungen der Oberfläche der Muskelfaser bedingt sei. Auch Rouget neigt einer ähnlichen Anschauung zu.

9. Manche Autoren nehmen einfach eine regelmässige Anordnung der einen festen Aggregatszustand besitzenden anisotropen Elemente, eventuell auch mit Zugegensein einer Mittelscheibe an, leugnen aber entschieden das Präexistiren von membranösen Scheidewänden, sondern erklaren, dass etwaige weitere Differenzirungen in der isotropen Grundsubstanz nothgedrungen suspendirten Korpern angehoren müssen, weil der Nachweis einer continuirlichen Flüssigkeit in der Muskelfaser erbracht sei (Hermann, Kühne).

Zum Schlusse sei bemerkt, dass von den meisten Autoren nur die anisotrope Substanz als contractil betrachtet wird.

Ueber die mikroskopischen Erscheinungen bei der Muskelcontraction cf. Physiologie.

Ueber die Unterschiede im Bau der hellen und dunklen Muskeln herrschen noch verschiedene Anschauungen und wird das Dunklerwerden von einigen Autoren einfach als eine Folge gesteigerter Thätigkeit aufgefasst Nach Ranvier zeigen die Fasern der rothen Muskeln eine weniger regelmässige Anordnung der Querbänder und eine deutlichere Längsstreifung als die der blassen Muskeln, und sind die ersteren auch reicher an Kernen.

Querschnitt. Untersucht man zur Controle der vorgetragenen Anschauungen über den Bau einer Muskelfaser ihren Querschnitt, so



Fig. 113. Querschnitt eines Muskels. *a*) Perimys. ext. *b*) Perimys. int. *c*) Primitivbündel und primäre Muskelbündel.



Fig. 114. Querschnitt einer Muskelfaser.

findet man, dass derselbe im frischen Zustande stets rundlich, fast kreisförmig, unter Umständen durch Abplattung etwas ellipsoid erscheint und eine eigenthümlich netzartige Zeichnung erkennen lässt. Man sieht auf der Durchschnittsfläche Vielecke, welche durch dunkle Linien von einander getrennt sind (Kölliker'sche Felder). Bei Zusatz von destillirtem Wasser werden die Felder etwas matter, trüber, kleiner und die dunklen Linien zu helleren, durchsichtigen Zwischenräumen (Cohnheim'sche Felder). Die Felder werden als die Durchschnitte der Muskelkästchen, resp. der sarcous elements, oder als die der Primitivcylinder (Leydig), resp. der Muskelsäulchen (Kölliker) und die dunklen Linien als der Querschnitt der umhüllenden Membran derselben (der Seitenmembran der Muskelkästchen) und die hellen Zeichnungen zwischen den Cohnheim'schen Feldern als die interstitielle durch eingedrungenes Wasser vermehrte Flüssigkeit betrachtet. Bei den Wirbellosen findet man zwischen resp. in den Feldern Kerne; bei den Wirbelthieren kommen Kerne im Innern selten vor, sondern liegen peripher am Sarcolemma. Die von den dunklen Linien begrenzten Felder erscheinen fein punktirt. Diese Punkte sind verschieden gedeutet und vielfach als Querschnitte der Muskelprimitivfibrillen (Muskelstabchen) aufgefasst worden.

Entwickelung. Das Muskelgewebe entsteht aus dem Archiblast des mittleren Keimblattes; jede Faser entwickelt sich aus einer einzigen, bald spindelförmig werdenden Zelle (Kölliker). Die Zelle wächst unter Theilung und Vermehrung ihrer Kerne zu einem Cylinder, d. h. einer vielkernigen cylindrischen Riesenzelle aus. An der Oberfläche dieser Zelle bildet sich bald Quer- und Längsstreifung, während der centrale Theil noch körnig bleibt und die ovalen Kerne enthält und Glycogenhaltig ist. Die periphere Differenzirung schreitet allmählich nach innen vor und verdrängt die Kerne nach der Oberfläche, bis schliesslich die ganze Zelle quer- und längsgestreift erscheint. Nach Fredericq bilden sich zuerst peripher quergestreifte Fibrillen; sie vermehren sich auf Kosten der sich vermindernden Protoplasmen. Einige Autoren glauben und scheint dies für gewisse Evertebraten richtig zu sein, dass sich jede Fibrille aus je einer Zelle entwickelt.] — Das Sarcolemm bildet sich zuletzt. — Regenerationen an verletzten Muskeln scheinen durch Knospung der vorhandenen Fasern zu erfolgen (Neumann, Lüdeking). Die Art des Muskelwachsthums ergiebt sich aus der Thatsache, dass die jugendlichen Muskeln weniger Fasern haben und dass diese selbst schmäler sind, als beim Erwachsenen (Budge).

Tod der Muskelfaser. Todtenstarre Muskelfasern verhalten sich wie lebende. Später wird die Querstreifung undeutlich und die Längsstreifung deutlicher. Es treten Körnchen, namentlich zwischen den Fibrillen und in den hellen Bändern auf. Meist sind diese Körnchen Fettmoleküle.

2. Das Herzmuskelgewebe (s. Fig. 102 No. 8 u. 9).

Dieses, das Myocard bildende Gewebe besteht aus quergestreiften unter sich verlötheten Zellen, die sich zu netzförmigen Balken, welche netzartig verbundene Faserstränge bilden, anordnen. (Am Endocard existiren auch glatte Muskelfasern.) Die Muskelzellen sind längs- und quergestreift, ohne Membran, besitzen ungefähr in der Mitte des

Zellleibes, selten gegen die Peripherie gelagert einen elliptischen Kern, dessen Längsdurchmesser mit der Längsaxe der Zelle gerichtet und der von einer körnigen Masse umgeben ist. Jede Zelle stellt einen kurzen,

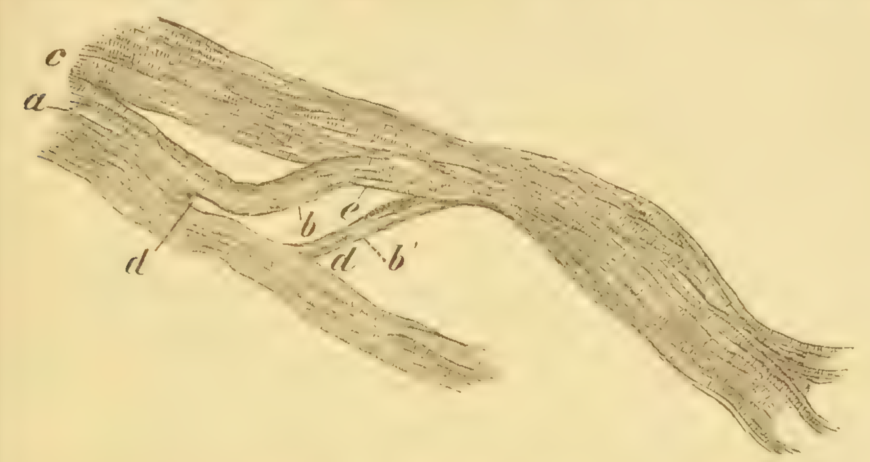


Fig. 115. Muskelfasern aus dem Herzen, Vergr. $^{250}/_{1}$.
Die Muskelfaser *a* giebt bei *dd* je einen Zweig *bb*, von denen sich der Zweig *b* bei *e* mit der Muskelfaser *c* vereinigt.

50—70 μ hohen Cylinder dar, dessen Grundflächen buchtig oder gezähnelt sind und soll in Fibrillen, welche die Querstreifung wie die Körpermuskulatur besitzen, zerlegbar sein. Die Querstreifung lässt dieselben Merkmale wie die Skeletmuskulatur erkennen und hat Gerlach nicht nur die Krause'sche Grundmembran, sondern auch die Hensen'sche Mittelscheibe nachgewiesen. Zwischen den Fibrillen befindet sich körnige Masse, die mit der den Kern umgebenden Substanz in Verbindung steht.

Die beschriebenen Zellen lagern sich mit ihren Grundflächen der Länge nach an einander und bilden, indem sie dicht und fest durch einen Kitt verbunden sind, Fasern, welche den Fasern der Skeletmuskulatur sehr ähnlich und an denen die Zellgrenzen unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht sichtbar sind. (Nur Wagner bestreitet, dass die Herzmuskelfasern aus Zellen bestehen.) Trotz aller Aehnlichkeit bestehen doch gewisse Unterschiede zwischen den Skelet- und den Herzmuskelfasern. Die Eigenschaften der letzteren, die sie als solche kennzeichnen und von den Skeletmuskelfasern unterscheiden, sind: Sie sind etwas schmäler, reicher an körnigen Molecülen, besitzen kein Sarcolemm, ihre Querstreifung erscheint etwas dichter, und die Querstreifen selbst dünner; sie theilen sich hier und da und verbinden sich zu Netzen unter einander (Bifurcationen und Anastamosenbildung kommt auch bei gewissen Körpermuskeln vor), sie lassen bei gewisser Behandlung die Zellgrenzen erkennen und können bei anderen Behandlungsmethoden in Zellen zerlegt werden. Die Zellgrenzen erscheinen bei Behandlung mit Silber, Chromsäure u. s. w. als quere, oder schiefe oder treppenförmige Linien (Trennungslinien). Die Zerlegung in Zellen gelingt bei der Behandlung mit 40 pCt. Kalilauge.

An dem Herzen der Wiederkäuer, des Pferdes (Sussdorf), des Schweins und anderer Thiere hat man unter dem Endocardium noch besondere graue, durchscheinende miteinander netzformig verbundene Stränge gefunden, die als **Purkinje'sche Fasern** bezeichnet werden. Diese Fasern bestehen aus polyedrischen Zellen, die in einer Richtung in einer oder in mehreren Reihen dicht aneinander liegen und Fasern bilden. Sie sind an ihren Randern längs- und quergestreift und enthalten in der Mitte eine körnige Masse, in welchen ein oder zwei ovale Kerne liegen, d. h. die ganze periphere Substanz der Zellen ist längs- und quergestreift und die innere centrale Zellsubstanz gekörnt. Die Ansicht Lehnert's, dass die genannte Erscheinung dadurch zu Stande komme, dass gewohnliche granulirte Zellen von quergestreifter Muskulatur, die ein muskulöses Netz bilde, umgeben wären, ist unrichtig.

Die Purkinje'schen Fasern gehen oft allmählich in Herzfasern über, indem die aufeinander folgenden Zellen eine immer grossere gestreifte periphere Schicht erkennen lassen, bis schliesslich der ganze Zellleib gestreift erscheint. An einem solchen gemischten Strange kann man alle Uebergangsformen zwischen den Purkinje'schen und den Herzmuskelzellen erkennen. Bemerkenswerth ist noch, dass die Purkinje'schen Fasern von einer bindegewebigen Scheide umgeben sind. Die Zellen der Purkinje'schen Fasern müssen als Entwickelungsstufen der Herzmuskelzellen und demnach die Purkinje'schen Fasern als embryonale Herzfasern (Kölliker) aufgefasst werden.

Die Herzmuskelzellen entstehen aus spindelförmigen Zellen, die anfangs nur peripher quergestreift sind (Fig. 116).



Fig. 116.
Fötale Herzmuskelzellen eines Rindsfötus.

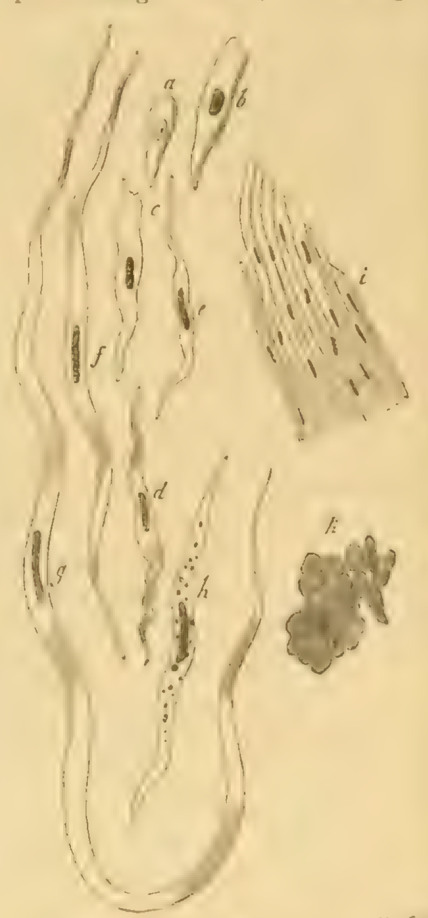


Fig. 117. Glattes Muskelgewebe. *a* u. *b*) fötale Zellen. *c*-*h*) ausgebildete Faser, *i*) Bündel desselben *k*) Querschnitt desselben.

3. Das glatte, organische, vegetative Muskelgewebe. (Fig. 117 u. 118).

Vorkommen. Das glatte Muskelgewebe kommt im Thierkörper in Form von einzelnen Zellen, Fasern, von Faserbündeln und Häuten vor. In der Form der Zellen und Fasern und Faserbündeln trifft man es in der äusseren Haut, in der membrana propria aller Schleimhäute, in der Milz, den Lymphdrüsen, den corpora cavernosa u. s. w., in Form zusammenhängender Häute (tunicae musculares) in der Wand des ganzen Verdauungsschlauches, der Fallopi'schen Tuben, des Uterus, der Vagina, der Vasa deferentia, des Nierenbeckens, der Ureteren, der Harnblase, der Harnröhre, vieler Drüsenausführungsgänge, der Gallenblase, in den Blutgefäss- und Lymphgefässwänden, in der Prostata, der Samenblase, der Cowper'schen Drüse, in den Ciliar- und Irismuskeln des Auges u. s. w.

Bau. (Fig. 102 No. 10 u. 11). Das vegetative Muskelgewebe, welches bei schwachen Vergrösserungen wie parallelfaseriges Bindegewebe erscheint und sich erst bei etwas stärkeren Vergrösserungen durch stäbchenförmige Kerne von diesem unterscheidet, besteht aus langgestreckten, in der Mitte angeschwollenen, spindelförmigen, membranlosen Zellen (Kölliker), die einen sehr langen, stäbchenförmigen, oft zickzackähnlich gewundenen Kern enthalten und an beiden Enden in lang ausgezogene Spitzen auslaufen. Sie sind nicht ganz drehrund, sondern etwas abgeplattet, sodass ihr Querschnitt einer gestreckten Ellipse gleicht oder eckig erscheint; ihre Ränder sind glatt und eben, zeigen aber bei Behandlung mit Reagentien Höcker und Stacheln. Die Zellenden sind zuweilen getheilt. Die Länge der Zellen beträgt 20—90 μ (nach J. Arnold 45 bis 230 μ). Die Dicke 7—15 μ. Im lebenden Zustande ist die Zellsubstanz homogen, wird aber bei Behandlung mit Alkohol längsstreifig und lässt sich sogar in Fibrillen zerlegen. Ranvier nimmt demnach an, dass die Zellen aus Fibrillen bestehen, die zu Primitivcylindern vereinigt sind. Der länglich ovoide Kern, der nicht immer ein Kernkörperchen enthält, erscheint homogen oder körnig und lässt feine, ge-

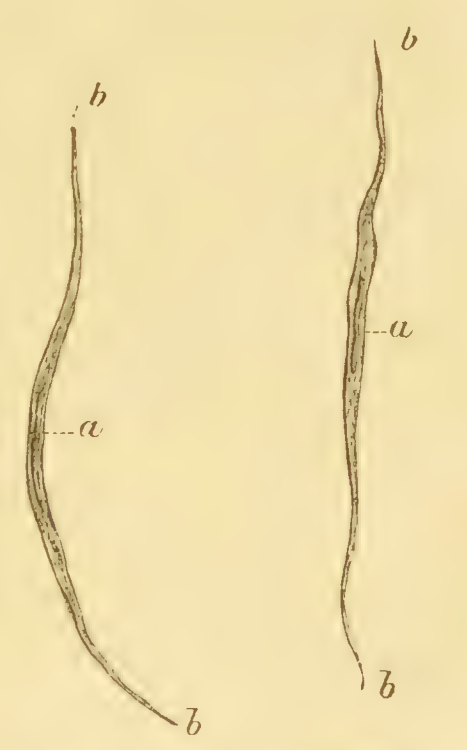


Fig. 118. Muskulöse oder contractile Faserzellen aus der Muskelhaut des Magens. Vergr. $^{250}/_{1}$. *a*) die stäbchenförmigen Kerne, *b*) die zugespitzten Enden der Zellen.

wundene, in Netzform verbundene Fädchen im Innern erkennen. Er liegt in der verdickten Stelle der Zelle und ist von gekörnter Substanz, die manchmal an seinen Polen in Pyramidenform auftritt, umgeben. Ob der Kern central (Schwalbe und Hesse, Kölliker) oder an einem Rande (Ranvier) liegt ist noch streitig.

Die beschriebenen Muskelzellen liegen der Länge nach derart an einander, dass die ausgezogenen Enden je zweier Zellen immer nebeneinander liegen und sind durch einen, sich durch Silber bräunenden Kitt innig mit einander zu Fasern verbunden. Die Kittsubstanz löst sich bei Behandlung der Fasern mit 20 pCt. Salpetersäure, 1—4 pCt. Essig- oder Salzsäure, Jodserum, $^1/_3$ Alcohol, $^1/_{100}$ pCt. Chromsäure, $^1/_{10}$ pCt. Kalium- und Ammoniumbichromat, 35—40 pCt. Kalilauge etc.

Die Fasern liegen seitlich an einander und bilden Bündel und diese werden durch Gefässe- und Nerven-haltiges Bindegewebe wieder mit einander vereinigt. In der media der Aorta liegen die Muskelzellen isolirt in einem elastischen Netze. Beim Querschnitt durch ein Muskelfaserbündel trifft man einige Zellen an der bauchigen kernhaltigen Erweiterung, andere an den schmalen Enden, einige quer, andere schräg u. s. w. Deshalb erscheinen die Muskelfasern im Querschnitt in Form polygonaler Felder von ungleichmässigem Durchmesser, die zum Theil kernlos und zum Theil kernhaltig sind, je nach der Stelle, an welcher der Schnitt die Zelle getroffen hat.

Flemming will Verästelungen an den glatten Muskelfasern als Uebergang zwischen glatter Muskulatur und Bindegewebe gesehen haben. — Nach Krause besteht jede Zelle aus 7—10 Muskelkästchen, dementsprechend man Querlinien in denselben wahrnehmen soll, so dass jede Zelle eine Muskelkästchenreihe darstellt, die von der zarten Seitenmembran der Kästchen begrenzt wird. Die Zellsubstanz ist in ihrer Totalität doppeltbrechend.

V. Das Nervengewebe.

Das Nervengewebe bildet den wesentlichsten Bestandtheil des Nervensystems und besteht aus Ganglienzellen (den eigentlichen Elementen des Nervengewebes) und deren Fortsätzen. Die letzteren bilden unverändert oder in gewissen Modificationen die sogen. Nervenfasern.

1. Die Nervenzellen, Ganglienzellen.

Vorkommen. Sie finden sich in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks, in den Cerebral-, Spinal- und sympathischen Ganglien und in sehr vielen Organen an den feineren Verzweigungen der Nervenfasern, sowohl einzeln, als in Haufen.

Structur und Formation. Die Grösse und Gestalt der Nervenzellen sind je nach dem Vorkommen verschieden. So beträgt z. B. die Grösse der Zellen der Vorderhörner des Rückenmarks 100 μ, die der Spinalganglien 50 μ, die der Hinterhörner 10—20 μ u. s. w. Im Allgemeinen kann aber als Regel gelten, dass die Ganglienzellen im Verhältniss zu anderen Zellen gross sind und zwar sind in den Centralorganen die

jenigen die grössten, welche die längsten Nervenfasern aussenden. Nach der Form trifft man an: kugelige, ellipsoide, pyramiden- und spindelförmige, unregelmässig gestaltete und verästelte Zellen. Im Gehirn herrscht die Pyramidenform, im Sympathicus und den Spinalganglien die kugelige Gestalt vor u. s. w. Das Charakteristische der Ganglienzellen liegt in ihren Fortsatzbildungen (Deiters) und in ihrem Vorkommen und kann oft eine Zelle nur durch ihren Zusammenhang mit Nervenfasern als Ganglienzelle erkannt werden. Die Fortsäze der Zellen sind leicht abbrechbar und erscheinen deshalb die Zellen oft als apolar, ohne es aber zu sein; manche Ganglienzellen besitzen nur einen (unipolare), manche zwei (bipolare, R. Wagner, Robin, Bidder, Reichert), manche viele Fortsätze (Fig. 119) (multipolare, Purkinje). Diese erscheinen homogen, fein körnig, selten mattstreifig, verlaufen entweder ungetheilt (Nerven- oder Axencylinderfortsatz) und werden zum Axencylinder einer markhaltigen Faser (Gerlach) oder verbinden zwei Zellen unter einander (Carrière)*) oder sie besitzen ein deutlich streifiges Ansehen und theilen sich dendritisch in ganz feine Zweige, die unter einander und mit anderen zarte und dichte Fibrillennetze bilden (verästelte oder Protoplasmafortsätze). An den multipolaren Ganglienzellen (Fig. 120) des Gehirns und Rückenmarks kann man i. d. R. nur einen, selten mehr (Rudanowsky) Axencylinderfortsätze constatiren; bei den bipolaren Zellen sind i. d. R. beide Fortsätze unverästelt und die Zelle erscheint einfach als eine kernhaltige Axencylinderschwellung in den Verlauf einer Nervenfaser eingeschoben, während der Fortsatz der unipolaren Zellen der Spinal- und mancher Cerebralganglien sich T-förmig theilt (Stiénon, Rawitz). Die Zellfortsätze bestehen aus sehr zarten Fibrillen (M. Schultze), zwischen denen sich eine feinkörnige, interfibrilläre Substanz in geringer Menge findet und sind scheinbar von einer zarten Hülle umgeben.



Fig. 119. Eine multipolare Ganglienzelle aus dem Gehirn.

Bezüglich der Structur der Ganglienzellen (Fig. 121) wird allgemein angenommen, dass wenigstens die der Centralorgane membranlos sind, Fibrillen, die wie Reisig in einem Bündel dicht neben einander liegen (M. Schultze, Remak, Leydig u. A.), einen Kern und Kernkörperchen enthalten. Zwischen den Fibrillen findet sich eine feinkörnige Masse, deren Körnchen bald gröber, bald feiner und zuweilen an einzelnen Stellen dichter gehäuft und in der häufig noch gelbes

*) Die Verbindung von Ganglienzellen untereinander erfolgt sowohl durch einen oder sogar mehrere unverästelte als auch durch verästelte Fortsätze, durch Fasernausgleich.

oder braunes Pigment in Häufchen oder gleichmässig vertheilt und Fetttröpfchen eingelagert sind und manchmal auch Vacuolen vorkommen.



Fig. 120. Multipolare Nervenzelle aus dem unteren Horn des Rückenmarkes vom Ochsen (nach Deiters). *a* Achsencylinderfortsatz, *b*) feinste Verzweigungen der Protoplasmafortsätze.

(Diete). Der Kern ist gross, bläschenartig, scharf conturirt, in der Jugend membranlos (Schwalbe), er enthält einen grossen glänzenden Nucleolus, in dem sich das Korn (Schrön) findet. Neben dem Kerne soll sich zuweilen ein gelber Körper befinden (Rudanowsky). Die Kernmembran der älteren Zellen ist uneben, mit Knötchen besetzt und umschliesst ein Kerngerüst. (Hermann hält den nucleolus für eine Verdickung der Kernmembran). Die Anordnung der Fibrillen im Zellleibe ist eine verschiedene; in den Spinalganglienzellen fand Flemming Fädchen, die Windungen, Knickungen und Verdickungen zeigten und zu einer Art Netz verbunden waren. Die Fibrillen gehen in die Fort-

sätze über und betrachtete deshalb M. Schultze die Ganglienzellen als kernhaltige Anschwellungen der Nervenfasern resp. des Axencylinders. Die Ganglienzellen sind zwar gewöhnlich membranlos (in den Centralorganen), besitzen aber unter Umständen (in den sympathischen und spinalen Ganglien), eingebettet in festes kernhaltiges Bindegewebe, eine besondere kernhaltige Scheide (Neurilemma), die als Fortsetzung der Schwann'schen Scheide anzusehen und ein- oder mehrblätterig ist (Fig. 122). Nur bei niederen Thieren beobachtet man in seltenen Fällen auch, dass die Ganglienzellen eine Mark- und eine bindegewebige Scheide besitzen.

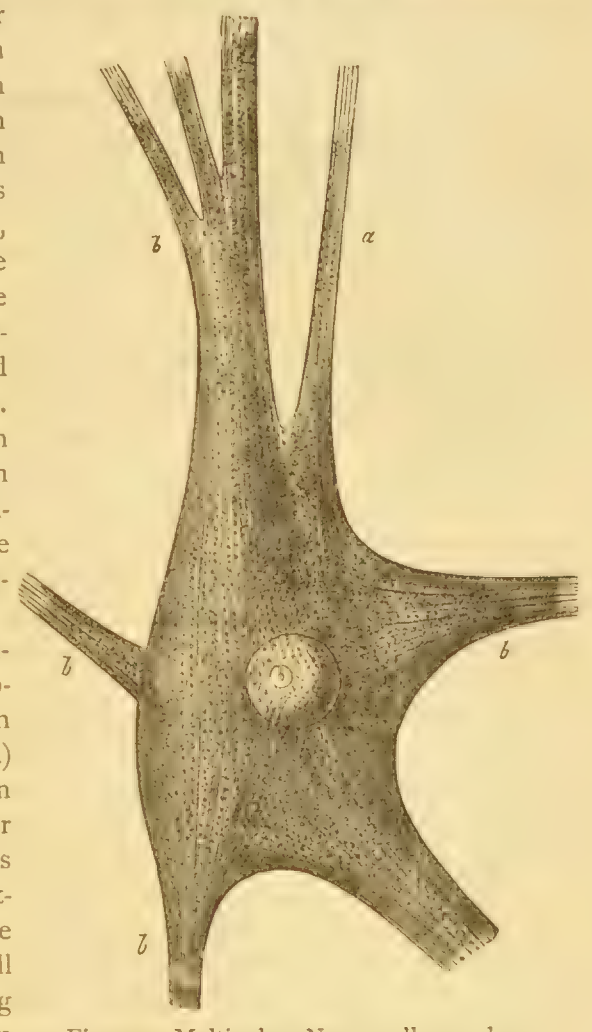


Fig 121. Multipolare Nervenzelle aus dem unteren Horn des Rückenmarkes vom Ochsen (nach M. Schultze).
a) Achselcylinderfortsatz, *b*) verästelte Fortsätze.

An gewissen Ganglienzellen kommen noch die sogenannten umspinnenden Fasern (Beale, J. Arnold) vor; es entspringt nämlich ein feines blasses Fädchen aus der Oberfläche der Zelle, welches sich um einen stärkeren Fortsatz, der aus dem Kerne seinen Ursprung nehmen soll und gerade verläuft, spiralig herumwindet. Nach kurzem Verlaufe trennen sich die beiden Fortsätze und jeder geht in eine markhaltige Faser über.

Die Fortsätze der Ganglienzellen unterschied man wohl in solche des Zellleibes, der Kerne (Rudanowsky) und der Kernkörperchen. Das Vorkommen von Kern- und Kernkörperchenfortsätzen ist aber nicht bewiesen. — Der Axencylinderfortsatz entspringt nach Butzke zwischen den Fibrillen, während die anderen aus diesen selbst hervorgehen. Der erstere soll



Fig. 122.
Eine mit Membran versehene Ganglienzelle.

mit 3 Wurzeln in der Nähe des Kernes beginnen. Die aus den Fibrillen entspringenden verästelten Fortsätze spalten sich bald in varicose (mit Pünktchen besetzte) Fibrillen (Endreiser); diese gehen in die aus feinsten Körnchen bestehenden Netze bildenden Terminalfäserchen über.

2. Die Nervenfasern.

Als Nervenfasern werden faserige Gebilde bezeichnet, welche mit Ganglienzellen in directer oder indirecter Verbindung stehen und als Leitungsorgane nervöser Erregungsvorgänge fungiren. Die Nervenfasern sind einander nicht durchaus gleich, sondern es giebt verschiedene Arten derselben.

Eintheilung. Die Nervenfasern werden entweder in I. Fibrillen und II. Fibrillenbündel und die ersteren wieder in 1. Fibrillen mit und 2. ohne Mark und die letzteren in 1. Fibrillenbündel mit Markscheide, 2. mit Bindegewebsscheide, 3. mit Mark- und Bindegewebsscheide eingetheilt, oder man unterscheidet: I. marklose und II. markhaltige Fasern und theilt die ersteren ein in 1. Fibrillen, 2. Fibrillenbündel (nackte Axencylinder) und 3. Remak'sche Fasern (Fibrillenbündel mit Bindegewebsscheide) und die letzteren in: 1. hüllenlose (nackte) Fasern der Centralorgane (Fibrillenbündel und Fibrillen mit Mark), 2. doppelt conturirte Nervenfasern der Nerven (Fibrillenbündel mit Mark- und Bindegewebsscheide).

Vorkommen. Man findet die Nervenfasern in den Centralorganen des Nervensystems, in den Ganglien, in den Nerven und Nervenendapparaten (Nervenendnetzen u. s. w.). In den Nerven kommen nur 2 Arten von Fasern vor, nämlich Fibrillenbündel mit Bindegewebsscheide (einfach conturirte) und solche mit Mark- und Bindegewebsscheide (doppelt conturirte Nervenfasern). (Die Nerven, welche aus der ersteren Art von Fasern bestehen erscheinen grau von Farbe und leicht durchscheinend, während die aus doppelt conturirten Fasern bestehenden Nerven ein weisses und glänzendes Aussehen haben). Die einfachen Fibrillen und Fibrillenbündel finden sich in den Centralorganen, den Ganglien und Endapparaten; die mit Mark bekleideten Fibrillen und deren Bündel kommen nur in den Centralorganen vor.

Bau der Nervenfasern. Der Bau der Nervenfasern ist verschieden je nach der Art derselben und sollen nachstehend zuerst die Nervenfasern der Nerven und dann die der Central- und Endorgane besprochen werden. Das Element jeder Faser ist die Nervenfibrille. Diese tritt vereinzelt oder in Bündeln und letztere nackt oder mit Hüllen auf.

A) Die Nervenfasern der Nerven.

Allgemeines. An jeder dieser Nervenfasern unterscheidet man einen sogen. Axencylinder und die Hüllen. Keine dieser Fasern besteht nur aus nervöser Substanz, es treten vielmehr stets bindegewebige Elemente mit in ihre Bildung ein. — a) Der **Axencylinder** wurde von Purkinje entdeckt und ist der eigentlich nervöse Bestandtheil der

Fasern; er erscheint in der Längsansicht als eine helle mattglänzende, parallelrandige, und im frischen Zustande homogene und nur bei gewissen

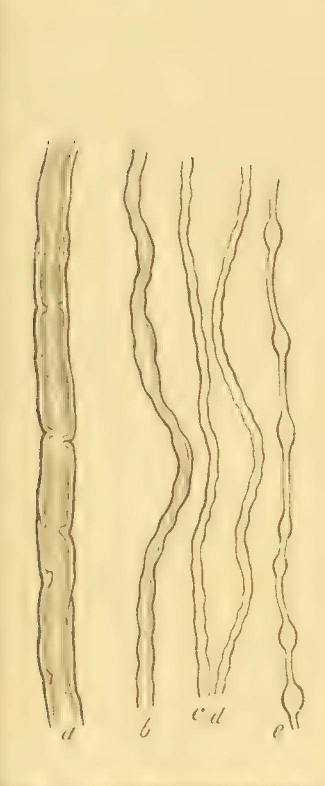


Fig. 123. Nervenfasern (nach Frey). a) Stärkere doppelt conturirte, b) mittelstarke, c und d) schmale, e) knotig aufgetriebene (varicöse) Nervenfasern.



Fig. 124. Verschiedene Nervenfasern. a) Breite Nervenfaser vom Frosche nach Einwirkung von Alkohol, mit Achsencylinder und Neurilemma, b) eine andere nach Einwirkung von chromsaurem Kali mit Achsencylinder, c) eine andere mit Collodium behandelte, mit Achsencylinder, d) marklose Faser vom Neunauge mit Achsencylinder und der kerntragenden Hülle, e) marklose Fasern aus den Riechnerven des Kalbes, g, f, h) feine Nervenfasern aus dem menschlichen Gehirn mit Achsencylinder (nach Frey).

Behandlungsmethoden streifige Faser. Er liegt in der Mitte der eigentlichen Nervenfaser und verläuft gerade, sodass er bei Krümmungen und Knickungen der Faser allerdings nicht mehr central, sondern mehr gegen die eine Seite hin liegt. [Von einer Seite wird allerdings auch von einem spiralig gewundenen Verlauf des Axencylinders gesprochen.] Auf Querschnitten der Nervenfasern ist der Axencylinder als ein kreisrunder oder elliptischer Fleck central oder excentrisch im ringförmigen Faserquerschnitt wahrzunehmen. Der Axencylinder hat demnach in der That eine cylindrische Gestalt. Die Anschauungen über die Structur des Axencylinders sind noch nicht geklärt; es unterliegt aber wohl kaum einem Zweifel, dass er aus feinen Fibrillen besteht (M. Schultze, Freud, Chatin, Ranvier, Waldeyer, Pflüger, Tizzoni, Tamatcheff, Todaro, Randanowsky, Schmidt u. s. w. u. s. w.), die in einer inter-

fibrillären feinkörnigen Substanz liegen und vielleicht durch eine Scheide zusammengehalten werden (Rumpf, Ranvier, Lawdowsky, Chatin, Key und Retzius u. A.).

Früher hielt man den Axencylinder für eine mit Flüssigkeit gefüllte Rohre (Remak); einige Forscher stimmen auch heute noch dieser Anschauung zu, ja Fleischer betrachtet ihn sogar nur als eine einfache, gerinnbare Flüssigkeitssäule. Boll, Arndt, Engelmann fassen ihn als weiche, organisirte Masse auf. Das streifige Aussehen des Axencylinders wird auf Faltungen der Axencylinderscheide zurückgeführt. Von einigen Autoren wird die Axencylinderscheide (Axolemm) geleugnet und als ein Gerinnungsprodukt betrachtet und angenommen, dass das den Axencylinder repräsentirende Fibrillenbündel in einer Flüssigkeit eingebettet liegt.

b) **Die Hüllen** der Nervenfasern. In den Nerven besitzen alle Fasern eine bindegewebige und die eine Art noch eine zwischen dieser und dem Axencylinder liegende Hülle. Die erstere wird nach ihrem Entdecker Schwann'sche (Neurilemma) und die letztere Markscheide genannt. Ausserdem existirt noch eine ganz zarte Protoplasmahülle des Axencylinders.

Hierzu kommt bei einzeln verlaufenden Nervenfasern noch eine mit kernhaltigen Zellen versehene Hülle, das Perineurium (Robin), resp. die Henle'sche Scheide.

α) **Die Markscheide** liegt um den Axencylinder, wie die Sabelscheide um den Sabel herum, sie stellt einen Hohlcylinder dar, dessen Binnenraum vom Axencylinder eingenommen wird und besteht nach Kühne, Ewald, Tizzoni, Rumpf u. A. aus einem knorrigen Gerüst aus Neurokeratin (Korbgerüst) und einer eiweissartigen, halbflüssigen, fettig und glänzend erscheinenden, gerinnbaren, die Maschen der Hornspongiosa anfüllenden Masse, welche Cerebrin, Lecithin und einige eiweissartige Körper enthält. Am todten Nerven gerinnt das Mark, zieht sich etwas von der Bindegewebsscheide zurück und bekommt ein höckeriges und knotiges Aussehen, zerfällt in grösssre und kleinere Tropfen und später in zerklüftete Massen; bei Zusatz wässeriger Flüssigkeiten scheint eine Art Emulsionirung (Toldt) einzutreten. Das Mark veranlasst die weisse Farbe der Theile, in denen es reichlich vorkommt (der weissen Substanz der Centralorgane und der cerebrospinalen Nerven).

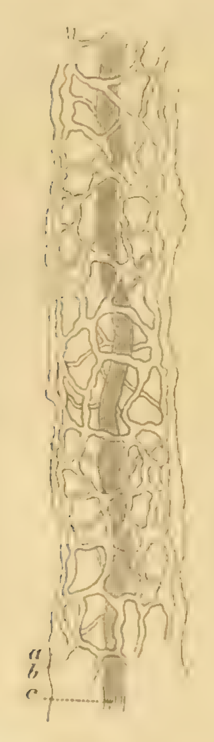


Fig. 125
Hornspongiosa einer doppelt conturirten Nervenfaser.
a) Neurilemma, *b*) Neurokeratingerüst, *c*) Axencylinder.

Bizzonieo, Golgi, Ceci glauben, dass um den Axencylinder Spiralfasern liegen, welche die Stützgebilde des Marks in Form in einander geschobener Trichter oder in Manschettenform darstellen. Waldstein und Weber halten das knorrige Gerust für ein postmortales Spaltungsprodukt des Myelin und auch Pertik bestreitet das Präexistiren der Korbscheide der Nervenfasern.

3) Die **Schwann'sche Scheide** (Primitivscheide, Neurilemma) umgiebt den Axencylinder direct oder die Markscheide und erscheint als eine structurlose, elastische, glashelle Haut, die innen mit oblongen, tingirbaren Kernen belegt ist. Sie besteht aber in Wahrheit aus lamellärem Bindegewebe, dem auch aussen Kerne anliegen.

Manche Autoren fassen die Schwann'sche Scheide als ein Endothelhäutchen auf. Nach Key und Retzius liegt um die Schwann'sche Scheide noch eine aus längs verlaufenden locker angeordneten, aussen herum mit Häutchenzellen belegten Fibrillen bestehende Scheide, die mit den Endoneuralhäutchen zusammenhängt. Nach Kühne und Ewald besteht die Nervenscheide aus einer inneren endothelialen und einer äusseren fibrillären Scheide.

Dicke der Nervenfasern. Die doppelt conturirten dünnen Fasern sind 0,001—0,005, die dickeren 0,01—0,02 *mm*, die Remak'schen Fasern: 0,003—0,007 *mm*, die grösseren verästelten Zellfortsätze 0,01—0,09 *mm* breit u. s. w.

I. **Die doppelt conturirten Nervenfasern.** Es sind dies regelmässige cylindrische Fasern von 1—20 μ Durchmesser, die aus dem Axencylinder, einer um diesen herum liegenden dünnen Protoplasmascheide, der besprochenen Markscheide, einer diese um-

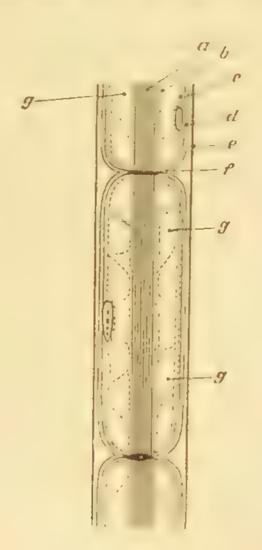


Fig. 127. Schema des Baues der doppelt conturirten Nervenfasern nach Ranvier. Es ist ein interannuläres Segment und die Anfänge des oberen und unteren anschliessenden Segmentes dargestellt. *a*) Axencylinder, *b*) Mauthner'sche Scheide, *c*) Parietale Protoplasmascheide mit Kern, *d*) Schwann'sche Scheide, *e*) Henle'sche Scheide, *f*) Schnürring, *g*) Markscheide mit den Protoplasmablättern von der parietalen zur visceralen Protoplasmascheide.



Fig. 126.
Doppelt conturirte Nervenfasern von einem Hund.

gebenden kernhaltigen Protoplasmaschicht und der lamellaren Schwann'schen Scheide bestehen und im frischen Zustande ganz glatt, homogen, matt, fettartig glänzend, und eben conturirt erscheinen und erst später, namentlich in Folge von Zusatzflüssigkeiten einen scharfen dunklen, stark glänzenden, unebenen, zerklüfteten Contur erkennen lassen, an dem nach aussen die der Faser die Festigkeit verleihende Schwann'sche Scheide mit den Kernen wegen des starken Glanzes der Markscheide nur schwer wahrzunehmen ist. Die Fasern lassen keine Varicositäten wahrnehmen; der Axencylinder steckt in denselben wie der Docht in der Kerze und ist in der Regel nicht und nur nach Anwendung besonderer Behandlungsmethoden (Chloroform, Collodium etc.) sichtbar.

An diesen Fasern findet man als etwas Charakteristisches die sog. Schnürringe (Ranvier). Es sind dies Einschnürungen, die sich bei den höheren Thieren in fast gleichen Abständen an den Fasern vorfinden und welche die sämmtlichen Scheiden mit Ausnahme der an einzeln verlaufenden Fasern vorkommenden Henle'schen Scheide betreffen und bis auf den Axencylinder (Ranvier, Toel u. A.) gehen. An jedem Schnürringe hat die Schwann'sche Scheide eine Naht und ist ausser ihr auch die Mark- und Protoplasmascheide vollstandig unterbrochen, sodass der Axencylinder der einzige zusammenhängende Theil der Nervenfaser ist, während die anderen Bestandtheile in einzelne Stücke, sogen. interannuläre Segmente (Marksegmente) zerfallen. Die Entfernung zweier Schnürringe von einander bestimmt die Länge der interannulären Segmente. Diese ist bei erwachsenen Thieren derselben Thierspecies ungefähr dieselbe (so beim Schweine nach Hennig 1,2, beim Schaf 0,85, beim Hund 1,2 *mm*, beim Menschen 0,1—1,0, beim Frosch im n. ischiadicus 1,5 *mm*, beim Rochen 7 *mm*) und richtet sich nach der Dicke der Nervenfasern (Key und Retzius) und diese nach der Thierart und nach der Länge der Fasern. (Diejenigen Fasern sind die dicksten, die den weitesten Weg bis zu den Endorganen haben, Schwalbe). Bei neugebornen Thieren sind die Segmente kürzer als beim Erwachsenen (beim neugebornen Hund 1/3 *mm*, beim ausgewachsenen 1,2 *mm*). Die Segmente sind durch eine einen Ring (Zwischenring) bildende Kittmasse an einander geklebt. In jedem Segment findet sich an der Innenfläche der Schwann'schen Scheide in einer Verdickung der Protoplasmaplatte ein Kern (Ranvier, Engelmann), sodass das Segment einer Zelle gleicht und Zellenterritorien hergestellt werden (Ranvier, Boll, Rawitz). Die Protoplasmaplatte verhält sich wie folgt: Sie überzieht die Schwann'sche Scheide von innen von einem Ring zum andern (parietales Blatt), schlägt sich an der Stelle der Ringe um und umhüllt dann den Axencylinder (Visceralblatt, Mauthner's Scheide, Key und Retzius feinkörnige Scheide), sodass demnach das Mark rund um (von aussen und innen und von oben und unten) von dem Protoplasma eingeschlossen ist. Ranvier vergleicht deshalb jedes interannuläre Segment mit einer um den Axencylinder umgeschlagenen (aufgerollten) Fettzelle, deren Membran durch die

Schwann'sche Scheide dargestellt wird. Die um den Axencylinder aufgerollten Zellen sind der Länge nach an einander gereiht und bilden eine Zellkette. In jeder Zelle gehen von dem parietalen zum visceralen Blatte der Protoplasmaplatte schief durch das Mark hindurch feine Protoplasmablätter (Fig. 127).

Bemerkenswerth ist noch, dass sich an jeder Theilungsstelle der Nervenfasern ein Schnürring findet (Key und Retzius). Für die Einheitlichkeit jedes Segmentes und für die Anschauung, die Nervenfasern als eine Zellkette aufzufassen, spricht auch die Thatsache, dass bei Nervendurchschneidungen die fettige Degeneration in der Regel zunächst an dem nächsten Schnürringe Halt macht (Rumpf). Behandelt man diese Nervenfasern mit Silber, dann färbt dieses den interannulären Kitt zunächst braun und dringt von hier aus in den Axencylinder ein und dringt in diesem langsam vor; indem dieser zunächst nur in der Nähe des Ringes geschwärzt wird, entstehen, da der Kitt eine gefärbte Quer- und der Axencylinder eine Längslinie darstellt, lateinische Kreuze. Der Axencylinder bekommt bei dieser Behandlung ein leicht quergestreiftes Ansehen (Frommann). Farbstoffe verhalten sich ebenso wie Silber, d. h. sie dringen von den Schnürringen aus in den Axencylinder ein. Die Schnürringe sind also die Eingangspforten für gelöste Stoffe und demnach wahrscheinlich auch für das Ernährungsmaterial. Die Markscheide verhindert offenbar den Eintritt solcher Stoffe.

Bei niederen Thieren (z. B. dem Hecht) kommen in den interannulären Segmenten oft viele Kerne vor (Kuhnt, Hennig); aber auch bei den höheren Thieren bemerkt man ausnahmsweise 2 Kerne, von denen der eine in der Mitte, der andere dicht am Schnürringe liegt (Hennig).

Ausser den Ranvier'schen Schnürringen kommen in m. o. w. regelmässigen Distanzen noch Einkerbungen (Schmidt, Lantermann, Stilling, Zawerthal), die das ganze Mark betreffen (Lantermann) oder nur Verdünnungen desselben darstellen (Key und Retzius, Kuhnt, Hennig) vor. Diese Markstücke, (Lantermann'sche Marksegmente) nehmen sich wie in einander gesteckte Trichter aus.

Controversen. Rouget bestreitet das Vorkommen der Ranvier'schen Schnürringe. Nach Engelmann ist an den Schnürringen auch der Axencylinder unterbrochen (so dass auch er aus aneinander gekitteten Stücken besteht); Kuhnt nimmt an, dass an den Schnürringen der Axencylinder von der Scheide nicht erreicht wird und dass etwas Protoplasma zwischen ihnen bleibe; nach Hennig bleibt am Schnürringe sogar manchmal eine feine Markscheide erhalten.

Lantermann lässt das Mark der Ranvier'schen Segmente wieder aus Stücken bestehen, denen je 1 Kern zukommt und die sich durch conische Zuspitzung resp. entsprechende Aushöhlung mit einander verbinden (Fasercylinder). Diese Cylinder sind



Fig. 128. Nervenfaser eines neugeborenen Kaninchens. 24stünd. Maceration mit Osmiumsäure.

an ihren stumpfkegelförmigen Enden durch eine zarte Linie, das Neurilemm, welches sich in sich selbst einstülpt, überbrückt und bestehen nach Lantermann wieder aus senkrecht zur Axe gerichteten Stäbchen (Stilling, Mc. Cartley). — Auch Boll nimmt an, dass die Ranvier'schen Segmente aus kleineren Segmenten bestehen, die mit ihren conisch zugespitzten Enden über und unter einander greifen. — Kuhnt vergleicht die Markstücke cylindrischen, an einer Seite trichterförmig ausgehöhlten, an der anderen kegelförmig verlängerten Bechern und verneint ebenso wie Rumpf und Boll das Vorkommen von präexistirenden Markstäbchen. Krause nimmt an, dass die Stäbchenbildung im Mark durch postmortale Wasserentziehung zu Stande komme. — Hennig hält die Lantermann'schen Einkerbungen für Kunstproducte. Ranvier glaubt, dass diese und die Kuhnt'schen Hohlcylinder durch die quer und schief vom visceralen zum parietalen Blatte der Protoplasmascheide gehenden Protoplasmablätter (die der Hornspongiosa von Kühne und Ewald zu entsprechen scheinen) bedingt werden. — L. Gerlach und Koch nehmen eine Kittsubstanz zwischen den Lantermann'schen Segmenten an, während Kuhnt eine trichterförmige vom Neurilemm zum Axencylinder gehende Scheide zwischen je 2 Marksegmenten annimmt. Rumpf unterscheidet wie Ewald und Kühne eine um den Axencylinder und eine um die Markscheide gelegene Hornscheide, die beide 3—4 Mal zwischen je 2 Schnürringen durch Querblätter verbunden sind. — Die meisten jetzt bekannten feineren Details der Nervenfasern waren auch früher schon bekannt, wurden aber und werden zum Theile heute noch für Kunstproducte gehalten (so die Schnürringe von Henle und Eichhorst, die Lantermann'schen Segmente von Clarke, Schmidt und Rawitz, die Stäbchen-Structur von Kuhnt, Boll, Rawitz, Pertik, die fibrilläre Structur des Axencylinders von Fleischl, Kuhnt, Boll, die Korbscheiden von Hesse und Pertik u. s. w.)



Fig. 129. Nervenfaser vom Ischiadicus vom Frosch mit Schnürring und Lantermann'schen Marksegmenten.

Vorkommen. Die doppelt conturirten markhaltigen Nervenfasern kommen in allen Cerebrospinalnerven mit Ausnahme des N. olfactorius vor.

2. **Die einfach conturirten**, grauen, Remak'schen Fasern. Es sind dies cylindrische oder bandartige Nervenprimitiv-Fibrillenbündel mit einer Schwann'schen Scheide, die grau, halb durchsichtig, gallertig erscheinen und längliche, selbst spindelförmige Kerne besitzen. Die Markscheide fehlt ihnen; sie anastomosiren öfter plexusartig unter einander. Um den Axencylinder liegt eine dünne Protoplasma-



Fig. 130. Einfach conturirte Nervenfasern des Sympathicus.

scheide, von der ein Fachwerk ausgeht, in dem die Fibrillen stecken. In der genannten Scheide liegen längliche spindelförmige Kerne und um dieselbe die lamellöse Schwann'sche Scheide.

Vorkommen. Sie finden sich in den sogen. sympathischen Nerven (werden deshalb wohl auch sympathische Fasern genannt) und in dem n. olfactorius. Ausserdem besteht das ganze periphere Nervensystem der Embryonen aus diesen Fasern und stellen sie dort eine Vorstufe der markhaltigen Fasern vor.

II. Die Nervenfasern der Centralorgane und Endapparate.

3. **Primitivfibrillenbündel mit Mark** (Fig. 133). Um den Axencylinder herum liegt eine dickere oder dünnere Rinde der ölartigen, fast flüssigen protagonhaltigen, dunkelglänzend und scharf begrenzten Markmasse, an der auf Zusatzflüssigkeiten hin Wülste, Knoten, perlschnurartige Verdickung

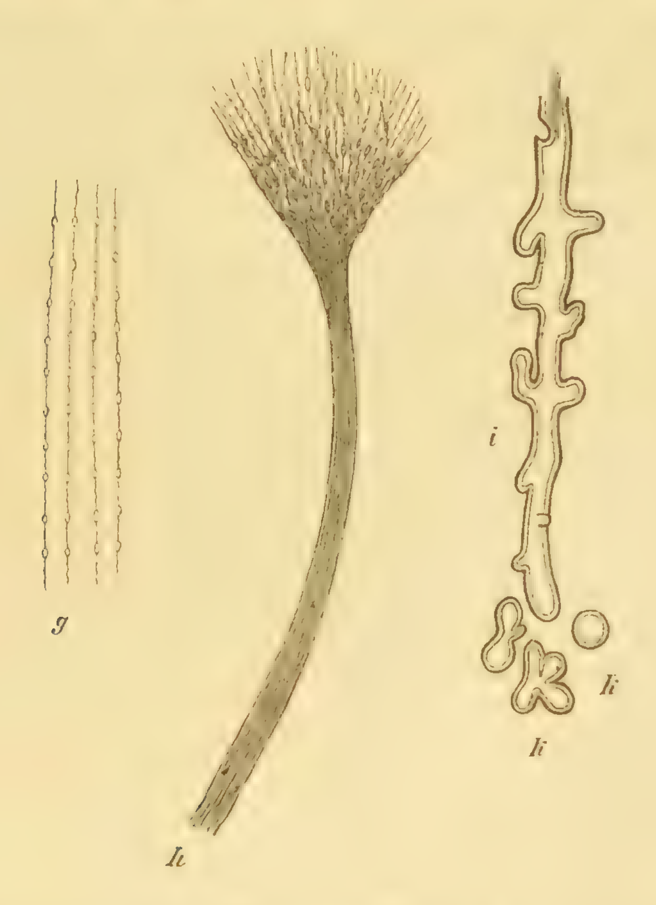


Fig. 131. Primitivfibrillen. Fig. 132. Nackte Axencylinder. Fig. 133. Primitivfibrillenbündel mit Mark. *k*) Myelintropfen.

(Varicositäten) und dergl. Erscheinungen auftreten. Oft lösen sich auch kugelige Massen, Myelintropfen (Fig. 133 k) ab. Die Markstücke nehmen postmortal oft eine körnige Beschaffenheit an.

4. **Nackte Axencylinder** (Terminalfasern) (Fig. 132) sind dünne, mitunter platte, sonst cylindrische, durchscheinende Fasern, die aus Fibrillen und interfibrillärer Masse bestehen und eine ganz zarte Protoplasmahülle aber keine weitere Scheide besitzen.

5. **Die Primitivfibrillen** (M. Schultze, Axenfibrille, Waldeyer) (Fig. 131). Es sind dies ausserordentlich feine, häufig netzartig angeordnete Faserchen, die erst bei 500—800facher Vergrösserung zu sehen sind und durch Auffaserung von Axencylindern und Zellfortsätzen entstehen. Sie lassen keine Structur, aber oft, namentlich bei Präparation mit Chromsäure und Osmiumsäure, regelmässige oder unregelmässige knötchenartige Auftreibungen (Varicositäten) erkennen. Charakteristisch ist für sie nur und allein der Ursprung aus Nervenfasern oder der Zusammenhang mit Ganglienzellen. Sie finden sich massenhaft in den Centralorganen und in der Nähe der nervösen Endapparate und kommen vor α, mit β, ohne Mark.

Rückblick. Die Elemente des Nervengewebes sind die Ganglienzellen. Diese enthalten Fibrillen, die sich zu Bündeln ordnen und in Form von Fortsätzen die Zellen verlassen und entweder direct in Nerven eintreten oder sich in die Fibrillen auflösen und Fibrillargeflechte bilden. Aus diesen gehen wieder Fibrillenbundel hervor. Diese, die also direct oder indirect aus den Ganglienzellen und zwar aus einer einzigen oder mehreren entspringen, erhalten zu einem grossen Theile in den Centralorganen eine Markhülle (Fibrillenbündel mit Mark), zum Theil aber bleiben sie nackt (namentlich in den Ganglien des Sympathicus); nun treten die betr. Fibrillenbündel mit oder ohne Markhulle in die Nerven ein und werden von der Schwann'schen und Henle'schen Scheide umgeben, dadurch erscheinen sie als der Axencylinder der ganzen Fasern. Die Faser verläuft ungetheilt bis zu dem Organ (Muskel, Sehne, Haut etc.), in welchen sie endet, dort geht sie vor ihrer Endigung Theilungen ein, die häufig dichotomisch erfolgen und die sich wesentlich auf den Axencylinder erstrecken, da das Mark an jeder Theilungsstelle einen Schnurring zeigt. Entweder endet das Mark hierbei oder es findet sich auch noch an den gröberen Zweigen. Bald aber verschwindet es. Die Schwann'sche Scheide erhalt sich zunachst noch, bald aber geht auch sie verloren oder wird zur Hülle des Endapparates, sodass nur Fibrillenbündel zurückbleiben. Diese enden verschieden, meist unter Auflosung in Fibrillen. Man ersieht aus dieser Schilderung des Verlaufs, des Entstehens und Endens der Nervenfasern, dass die Eintheilung derselben in die verschiedenen Faserarten nichts Wesentliches ist, sondern dass dieselbe Faser in ihrem Verlaufe verschiedenen ja allen genannten Arten angehören kann.

Entwickelung der Nervenfasern der Säugethiere. Nach früheren Anschauungen entstehen die Nervenfasern durch in die Länge wachsende und unter einander verschmelzende Zellen, die einem Differenzirungsvorgang, der die Bildung der Faser, des Marks und der Schwann'schen Scheide bewirkt, verfallen sollten. Das Neurilemm sollte also auch aus diesen Zellen entstehen, während spätere Forscher

der Meinung waren, dass diese Hülle ein Gebilde accessorischer Natur sei und aus sich abplattenden und hautartig sich verbindenden Bindegewebszellen entstehe und dass sich der Axencylinder nur durch Längenwachsthum der Fortsätze der Nervenzellen bilde.

Die Art der Genese der nervösen Elemente bei den höheren Thieren ist noch nicht aufgeklärt. Es sei aber nachstehend die Art der Entstehung der markhaltigen Nervenfasern geschildert, wie sie Vignal lehrt: Die Entstehung geht von den Centralorganen aus, indem von ihnen Bündel von in homogene, protoplasmatische, leicht körnige Substanz eingelagerter Fasern hervorwachsen. Diese Bündel werden peripher von embryonalen Bindesubstanzzellen umhüllt und verlängern sich durch das vorschreitende Wachsthum. Die sie einhüllenden Zellen dringen später in das Innere der Bündel ein, vermehren sich dort und zerklüften die ganze Fibrillenmasse in Abtheilungen, die späteren Axencylinder, indem sie sich dabei abplatten, sich strecken und in die Länge wachsen. Diese Zellen legen sich nun den zu Axencylindern werdenden Bündeln an, biegen sich hohlziegelartig mehr und mehr um dieselben herum und bilden so schliesslich eine Specialhülle um dieselben. Damit ist dann eine aus einem Fibrillenbündel und einer umgebenden Protoplasmahülle bestehende Nervenfaser gebildet. Die Protoplasmahülle nimmt an Stärke zu und wird später (im 4. Monate bei der Kuh) zum grossen Theile in Myelin umgewandelt. Diese Umwandlung erfolgt in Form von sehr feinen Lamellen gleichzeitig in der ganzen Ausdehnung einer Zelle (d. h. eines internannulären Segmentes) oder in Form des Auftretens unregelmässig zerstreuter Kügelchen oder in Form von durch kurze Zwischenräume getrennten Körnchen und schreitet in ähnlicher Weise vor, wie die Fettbildung bei der Entstehung einer Fettzelle.

Das **Wachsthum** der Fasern erfolgt in ihrer Gesammtheit und erstreckt sich auf den Axencylinder und die Hülle und besteht theilweise in einem einfachen Grösserwerden der bestehenden Segmente (so sind diese beim jungen Hund 0,3 und beim erwachsenen 1,3 *mm* lang), theilweise in Neubildung neuer Segmente. Das letztere erfolgt in der Weise, dass sich an der Stelle der Schnurringe embryonale Bindegewebszellen interponiren, sich mit dem Axencylinder in directen Contact setzen, diesen in der geschilderten Art umschliessen, in die Länge wachsen und der Myelinumwandlung verfallen, so dass sie ein kleines internannuläres Segment bilden, welches sich später verlängert und die Grösse der bestehenden erreicht und mit diesen wächst. — Die eigentlichen nervösen Bestandtheile des Nervengewebes entstehen aus dem Archiblasten, und zwar aus denselben Elementen, aus denen das Epithel- und das Muskelgewebe hervorgeht. Zwischen diesen 3 Geweben besteht überhaupt der engste Zusammenhang (Neuromuskelzelle der Cölenteraten!). Die Muskelfaser erscheint als das umgeänderte Ende der faserigen Fortsätze der Nervenzelle und diese ist eine differencirte Epithelzelle.

III.

Die mikroskopische Organologie.

A. Allgemeine mikroskopische Organlehre.*)

Von

Dr. W. Ellenberger,
Professor in Dresden.

Die im vorhergehenden Kapitel abgehandelte Gewebelehre hat uns gezeigt, dass die heterogensten Gewebe aus gleicher oder ähnlicher Grundlage durch Differenzirung des Zellleibes und seiner Producte hervorgehen und dass alle Gewebe darin unter einander übereinstimmen, dass sie von Zellen abstammen, so dass in dieser Beziehung vollste Solidarität unter den Geweben herrscht. Bei der Gewebsbildung büssen die Zellen manche ihrer ursprünglichen Eigenschaften ein, während sich andere schärfer und complicirter ausbilden, so dass die Gewebsentstehung von einer Ausbildung bestimmter Leistungen und damit auch der materiellen in den Zellen bereits gegebenen Substrate unter Aufgebung der functionellen Vielseitigkeit der Embryonalzelle begleitet wird und sich demnach auf das Princip der functionellen Arbeitstheilung gründet (Gegenbauer). Jedes Gewebe hat demnach im Thierkörper ganz bestimmten Functionen vorzustehen. Die Gewebe functioniren aber der Regel nach nicht selbstständig, sondern sie verbinden sich im Thierkörper unter einander zu Organen, d. h. zu den gegen die Umgebung begrenzten, m. o. w. complicirt gebauten Theilen des Thierkorpers, welche ganz bestimmte Lebenserscheinungen äussern und gewisse Leistungen für den Gesammtorganismus vollziehen und sich unter einander zu Organapparaten und Organsystemen verbinden. Die Verrichtungen der Organe vertheilen sich auf die sie aufbauenden Gewebe, so dass jedes derselben einen bestimmten Theil der Gesammtfunction übernimmt. Das Zusammenwirken der Gewebe ermöglicht die Functionen des Organs.

1. Allgemeines über den Bau der Organe.

Die Organe bestehen stets aus mehreren Geweben und haben oft einen sehr complicirten Bau. Im Allgemeinen kann man aber festhalten, dass die Grundlage jedes Organes durch Bindesubstanzen (Stützgewebe) gegeben wird, und dass sich in dem Bindesubstanz-Gerüst Blutgefässe, Lymphgefässe, nervöse Bestandtheile und in der Regel noch die eigent-

*) Dieses Kapitel stellt die Einleitung in die Organlehre dar. In demselben ist zu besprechen: der Organaufbau im Allgemeinen, der Bau der Gefässe, der Nerven und die allgemeine Histologie der Häute und Drüsen. Die Besprechung des Baues der Gefässe erfolgt jedoch erst bei Abhandlung des Capitels »Circulationsapparat«.

lichen Parenchymelemente in verschiedener Anordnung finden. Oft fehlen besondere Parenchymzellen und wird dann das ganze Organ durch die dichte Bindesubstanzgrundlage, die das Wesentliche der betr. Organe darstellt und Gefässe nnd Nerven enthält, repräsentirt (Bindesubstanzorgane, Häute etc.).

1. **Das Stützgewebe, Gerüst der Organe.** Die meisten Organe werden von einer, elastische und oft auch contractile Elemente enthaltenden, Gefässe und Nerven führenden Bindegewebskapsel umhüllt und dadurch gegen die Umgebung abgeschlossen. Die Kapsel ist nach aussen entweder mit Zellengewebe belegt und erscheint dann glatt, oder sie geht mit ihren Fasern an die umliegenden Theile heran und bietet dann, wenn das Organ herausgenommen wird, in Folge des Abreissens der Fasern etc. ein rauhes Ansehen dar. Von der Kapsel gehen nach innen grobe oder dünne Faserbündel und bilden in dem Organe ein interstitielles je nach der Natur des Organs verschiedenes aber durch die Art und Weise der Anordnung (durch Verästelung, Verzweigung, vorübergehende Conjugationen mit folgenden Trennungen. Ueberkreuzungen, Netz- und Geflechtbildungen u. s. w.) charakteristisches Gerüst. Manchmal stammt das Bindegewebsgerüst nicht von einer Kapsel, sondern tritt von einer Stelle des Organes als Bindegewebsstock in dasselbe und geht dann die betr. Verzweigungen ein. In den Hohlräumen, resp. den Maschen des Gerüstes, dessen gröbere Balken oft auch Fettzellen, Muskelzellen, elastische Fasern etc. enthalten und das in seinen feineren Formen den Charakter des reticulirten Gewebes zeigt. (cf. intraparenchymatöses Bindegewebe) liegen dann die Parenchymelemente (Muskelfasern. Leberzellen, Drüsenzellen überhaupt, Nervenfasern, Ganglienzellen, Blutkörperchen. Leucocyten u. s. w.). Stets findet man in dem Gerüst, selbst wenn charakteristische Zellen fehlen, wie dies in den Bindesubstanzorganen. z. B. den Häuten der Fall ist, Parenchymsaft und Wanderzellen in grösserer oder geringerer Menge. Die Gefässe und Nerven verlaufen mit ihren grösseren Zweigen der Regel nach in dem interstitiellen Gerüst, sodass dessen Balken gewissermassen die Scheiden derselben bilden.

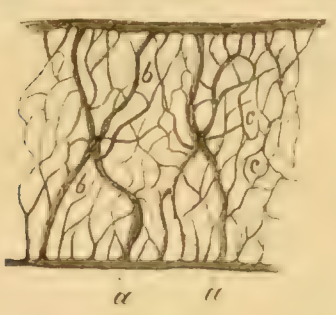


Fig. 134.
Ein Theil des Stützgerüstes eines Organs.

2. **Die Gefässe.** Alle Organe mit sehr wenig Ausnahmen enthalten Blut- und Lymphgefässe, d. h. häutige Schläuche oder Canäle, in denen Blut oder Lymphe circulirt. Die Blutgefässe treten in Form eines oder mehrerer grösserer Arterienstämme, die meist auch die Kapsel mit Zweigen versorgen, von einer oder von mehreren Stellen in die Organe ein, verästeln sich in und mit dem interstitiellen Gewebe in immer feinere Zweige und bilden schliesslich die ganz feinen, aber immerhin verschieden weiten Capillaren. Diese liegen m. o. w. direct an den Paren-

chymzellen resp. den feinsten Organbestandtheilen und umspinnen dieselben unter Umständen. Sie bilden, indem sie mannigfach und reichlich unter einander anastomosiren Netze, deren Maschen je nach der Natur der Gewebselemente verschieden sind (cf. Fig. 49, S. 114); so entstehen Netze mit polygonalen (Fig. 135) oder mit gestreckten, oblongen Maschen (Fig. 136), oder es tritt eine radiäre Anordnung der Capillaren



Fig. 135. Capillarnetz mit polygonalen Maschen, im Fettgewebe.

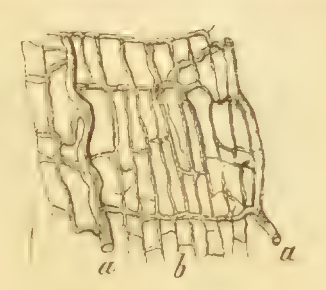


Fig. 136. Capillarnetz mit oblongen Maschen.

(Leber) in den Vordergrund; manchmal werden auch arkadenartige Umbiegungen und einfache Schlingenbildungen, die zu Venen überführen beobachtet. Capillarnetze finden sich nicht nur um die charakteristischen Organelemente, sondern auch in dem Interstitialgewebe und in den Wänden der grösseren Gefässe und sonstigen Canäle. Die Capillaren setzen sich i. d. R. zu kleinen abführenden Stämmchen zusammen, den Anfängen der Venen, die, i. d. R. neben den Arterien verlaufend sich zu immer grösseren Aesten und Stämmen sammeln und in Form eines oder mehrerer Stämme die Organe verlassen. Die Zahl der Venen ist in der Regel beträchtlicher als die der Arterien und ihre Lagerung eine oberflächlichere.

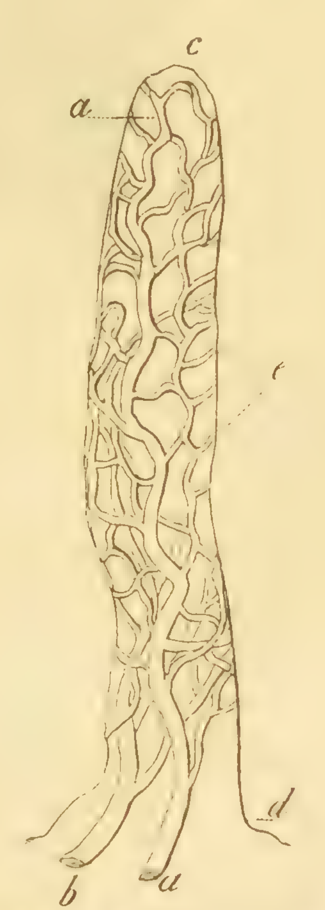


Fig. 137. Capillarnetz mit ein- und austretendendem Gefäss. (Darmzotte).

Die in den Organen liegenden grösseren Gefässe besitzen eine dreischichtige Wand; eine mittlere Muskelhaut (media) trennt 2 bindegewebige Schichten, von denen die äussere locker ist und in die Umgebung übergeht (adventitia), während die innere (intima) dichter gewebt, sehr elastisch und innen mit Endothel bekleidet ist, voneinander. Bei den feineren Gefässen kommt die Muskelschicht in Wegfall und bei den Capillaren bleibt nur das Endothelrohr bestehen. Die grösseren und mittleren Gefässe sind bei der mikroskopischen Betrachtung an den längs- und quergestellten Muskelkernen zu erkennen (cf. Fig. 138).

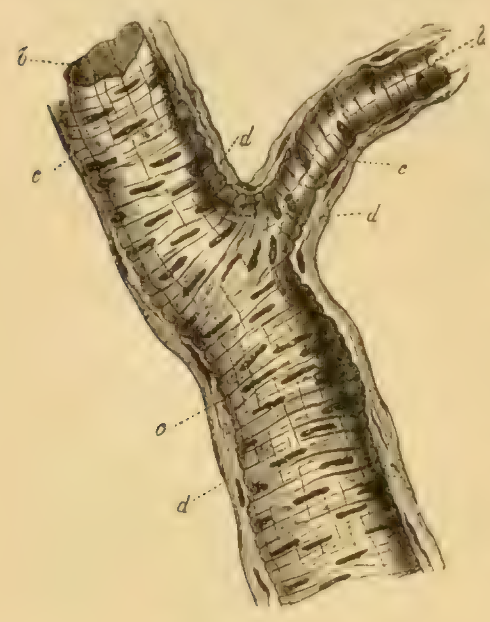


Fig. 138. Blutgefäss.

Die Lymphgefässe entspringen in den Organen fast stets in wandungslosen Räumen, z. B. in ihrem interstitiellen Gewebe mit Saftspalten (Saftcanalsystem), oder in besonderen Hohlräumen (Centralraum der Zotten), oder in periglandulären, oder perivasculären oder in Interstitiallücken (zwischen den tubuli einer Drüse); oder sie entspringen auch mit freien Oeffnungen auf gegen Spalten gekehrten Oberflächen. Aus dem Lückensystem entsteht ein Capillargebiet, das netzförmig angeordnet und durch unregelmässige und wechselnde Weite der Gefässe und seine tiefere Lage charakterisirt ist; aus diesem sammeln sich kleine Zweige, welche sich zu kleineren und grösseren Aesten, Stämmchen und Stämmen vereinigen. Die Lymphgefässe verhalten sich im Verlaufe und im Bau ähnlich den Venen; an beiden Gefässarten, namentlich aber an den Lymphgefässen kommen häufig Varicositäten, knotige Anschwellungen und dgl. vor.

Bemerkenswerth ist noch, dass in vielen Organen Lymphfollikel (d. h. abgegrenzte Stellen cytogenen Gewebes) zu bemerken sind. Ueber Gefässe siehe Circulationsapparat.

3. Die **nervösen Elemente**. Man findet in den Organen: Nerven, Nervenfasern, Ganglienzellen und Ganglienzellhaufen. Die Nerven verlaufen ähnlich wie die Gefässe und mit ihren grösseren Aesten meist neben denselben. Die Ganglienzellen und Ganglien liegen im Verlaufe der Nerven, resp. Nervenfasern.

4. Die **Parenchymzellen** zeigen eine verschiedene Anordnung, sie liegen einzeln oder in kleinen Gruppen (in der Art von Haufen oder Reihen etc.) im Gerüst und dicht an den Capillaren, sie treten als Auskleidungen von bläschenartigen oder schlauchartigen Hohlräumen auf, oder liegen direct in den Maschen des reticulirten Gewebes u. s. w. Die Parenchymzellen bilden mit dem intraparenchymatösen Bindegewebe

der Gefässcapillaren und den Endverzweigungen und Endigungen der Nerven das sogen. Parenchym der meisten Organe.

2. Das periphere Nervensystem.

Das Nervensystem stellt ein zusammenhängendes Ganze dar, ist im ganzen Körper verbreitet und kommt in fast allen Organen und Geweben vor. Man unterscheidet an demselben 1) die Centralorgane, Gehirn und Rückenmark. Sie werden an anderer Stelle besprochen; 2) die Nervenstämme; 3) die in die Bahnen derselben eingestreuten Ganglien; 4) die Endverzweigungen und Endigungen der Nerven. Die ad 1, 2, 3 genannten Theile stellen selbstständige Körpertheile, Organe dar, während die Endigungen der Nerven meist in den Aufbau der Organe mit hineingezogen und diesem gemäss typisch angeordnet sind.

1. Die Nerven.

Die wesentlichsten Bestandtheile der in Form von Strängen den Körper durchziehenden Nerven sind die Nervenfasern und zwar bestehen die Nerven entweder nur aus markhaltigen oder nur aus marklosen oder aus beiden Arten von Nervenfasern. Zum weiteren Aufbau der Nerven gehören: Stützgewebe, Blut- und Lymphgefässe.

a) Das **Bindegewebe**. Dieses bildet zunächst eine cylindrische Hülle um den Nerven (Perineurium, Henle'sche Scheide, blätterige Scheide); von dieser gehen Häute in das Innere und theilen den ganzen Strang in Bündel, resp. gröbere Stränge und umgeben jeden dieser Stränge in Form einer Röhre (Blättersystem, Ranvier Perineuriumsystem). Zwischen diesen Röhren liegt Bindegewebe zum Ausfüllen der Zwischenräume (perifasciculäres Bindegewebe, Ranvier). Von den Blätterhüllen (die von Key und Retzius mit dem perifasciculärem Gewebe als Epineurium zusammengefasst werden) treten Blätter in die Faserbündel hinein und theilen diese wieder in kleine primäre Bündelchen von Nervenfasern ab. Von hier aus gehen endlich abermals Lamellen in das Innere der Bündelchen und trennen die Nervenfasern von einander, sodass jede Faser von einem besonderen Häutchen umschlossen wird (Henle'sche Scheide). Zwischen den primären Faserbündeln resp. ihren Scheiden und zwischen den von der Henle'schen Scheide umhüllten Fasern findet sich auch ausfüllendes Bindegewebe (Endoneurium, intrafasciculäres Gewebe). Das Stützgewebe stellt demnach ein vielfächeriges lamelläres Scheidewandsystem dar, in dessen Fächern, [resp. an dessen Innenwänden] die nervösen Elemente liegen, während zwischen den Aussenwänden zum Ausfüllen der Lücken lockeres Bindegewebe gelagert ist. In dem Stützgewebe liegen die Nervenfasern in folgender Anordnung: Jede Faser ist von einer Stützlamelle (Henle'sche Scheide) umhüllt. Die Fasern vereinigen sich zu kleinen Bündeln, den Primärbündeln, diese mit gleichen zu Secundär- und diese mit anderen zu Tertiärbündeln und zum Nerven. Alle Bündel sind von blätterigen Scheiden umhüllt und alle Lücken zwischen ihnen durch Interstitialgewebe ausgefüllt.

Die Ansichten über den Bau des Stützgewebes sind verschieden. Nach Ranvier sind die kleinen Nerven einfach von einem feinen eingerollten Bindegewebshäutchen

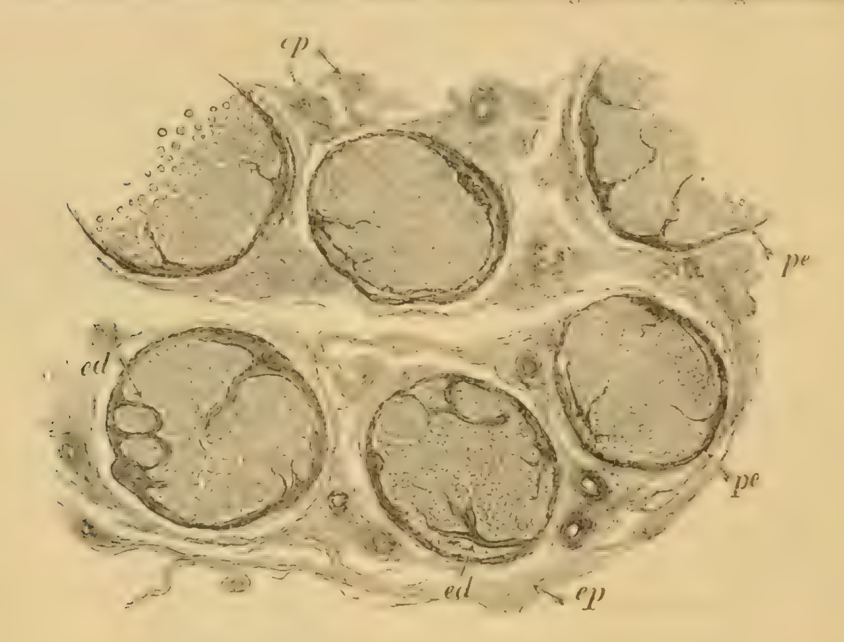


Fig. 139. Querschnitt durch einen Nerven.
pe = Perineurium (Blättersystem), *ed* = Endoneurium (Intrafasciculargewebe etc.),
ep = Epineurium (Interfasciculargewebe etc.)

umgeben, d. h. sie stecken in membranösen, structurlosen, hyalinen oder schwach granulirten, kernhaltigen Röhren (Henle). Die dickeren Nerven umhüllt eine Anzahl concentrischer Blätter und zwar sind die Lamellen um so zahlreicher, je mehr der Nerv Druck und Reibung auszuhalten hat. Die Lamellen bestehen aus Bindegewebsbündeln, die in den oberflächlichen Platten dick, in den inneren dicht und fein sind, dicht an einander liegen oder sich kreuzweise dicht verfilzen. Zwischen ihnen finden sich noch elastische Körner, Rosenkranzfasern, Platten und Kittsubstanz. Die Lamellen färben sich stark mit Carmin und sind mit zusammenhängender Endothelschicht belegt und manchmal durch accessorische Scheiden mit einander verbunden. Bei der Theilung der Nerven verhalten sich die Hüllen wie Blutgefässwände. Die grössere Röhre theilt sich in kleinere u. s. w. und so setzt sich die Hülle bis auf die zuletzt einzeln verlaufenden Nervenfasern fort. Diese sind dann mit 2 Hüllen, der Schwann'schen und der Henle'schen Scheide (der Fortsetzung der Nervenhülle) umgeben, zwischen denen sich lymphatisches Plasma befindet.

Das inter- resp. perifasciculäre Gewebe besteht nach R. aus mit platten Zellen bedeckten, elastischen Fasern und ev. auch Fettzellen enthaltenden Bindegewebsbündeln, die fast alle der Länge nach verlaufen. Die elastischen Fasern bilden langgezogene Netze. Nahe an den blätterigen Scheiden bildet auch dieses Gewebe Lamellen.

Das intrafasciculäre Gewebe besteht aus Bindegewebsfasern und Zellen ohne elastische Fasern. Die Bindegewebsfasern verlaufen der Länge nach und umhüllen die Nervenfasern. Die Bindegewebszellen erscheinen hohlziegelartig. Neben diesem Gewebe kommen noch Blätter vor, die von der blätterigen Scheide abstammen, Blutgefässe führen und das Bündel in kleine Bündelchen abscheiden. Nach Key und Retzius ist auch das Epi- und Endoneurium lamellär eingerichtet.

b) Die **Blutgefässe** sind in den Nerven reichlich vertreten. Sie verlaufen in dem Bindegewebe derselben und bilden ein Capillarsystem, welches zwischen den primären Bündeln und den Fasern liegt und sehr langgezogene Maschen bildet. Die Capillaren verlaufen mit den Fasern und geben nur spärlich Aeste zur Verbindung mit anderen ab. Im perifasciculären Gewebe verlaufen die Aeste der Blutgefässe, kommen aber auch Capillarnetze vor. Die kleinsten Nerven sind frei von Blutgefässen und nur von Plasma umgeben, welches von den umliegenden Gefässen herstammt.

c) Die **Lymphgefässe**. In den blätterigen Scheiden und in den Nervenbündeln kommen keine Lymphgefässe, sondern nur Lymphräume vor, namentlich liegt um jede Nervenfaser herum ein solcher Hohlraum. Wirkliche mit Wandungen versehene Lymphgefässe finden sich nur in dem perifasciculären Bindegewebe.

d) Die **Nerven**. In den grösseren Nerven kommen kleine Nerven (nervi nervorum), welche die Gefässwände versorgen und vielleicht auch sensible Fasern für die Nerven selbst, vor.

Verlauf. Die Nervenfasern entspringen bündelweise aus den Centralorganen mit einer bindegewebigen Hülle. Diese vereinigen sich zu einem Stamm. Dieser durchbohrt die Arachnoidea und Dura und bekommt eine bindegewebige Scheide von letzterer. Die Schilderung des weitern Verlaufs bis in die Organe ist Gegenstand der macroscopischen Anatomie. In den Organen verästeln sich die Nerven in immer feinere und feinere Zweige bis in die Nervenfasern. Diese zerspalten sich schliesslich in die Fibrillen, die unter Umständen Fibrillengeflechte bilden und in verschiedener Art und Weise enden. Auch die gröberen Aeste markloser Nerven bilden häufig einen Plexus, der oft mit Nervenzellen und Ganglien ausgestattet ist. Bemerkenswerth ist, dass sich die Nervenfasern im Nerven niemals theilen, sondern ungetheilt bis zum Endorgane verlaufen, dass die Nerven aber im Verlaufe oft Conjugationen eingehen, indem Fasern von einem Nerven zum andern hinübergehen und in dessen Bahn eintreten. Bei beiderseitiger Conjugation entsteht eine Nervenkreuzung.

Die **Nervenplexus** in den Organen, namentlich in den Häuten sind ganz verschieden gestaltet und enthalten in ihren Kreuzungspunkten oft, aber nicht immer Ganglienzellen; es giebt auch Geflechte, die gar keine Nervenzellen enthalten. An den Zweigen der Nerven in den Organen sitzen nicht selten vereinzelte Nervenzellen von aussen an. Das Verhalten der Nerven in den einzelnen Organen wird bei Darstellung der microscopischen Einrichtung derselben geschildert werden.

Die Ernährung der Nerven. Das von den Blutgefässen gelieferte Plasma umspült die Nervenfasern. Bei den marklosen Fasern dringt es langsam an allen Stellen in die Nerven ein, indem es die Protoplasmaschicht durchzieht. Bei den markhaltigen Fasern soll nach Ranvier der Eintritt nur an den (marklosen) Schnürringen und dort sehr rasch erfolgen. Das Verbrauchte gelangt in die Hohlräume um die Fasern etc. und allmählich in die perifasciculären Lymphgefässe.

2. Die Ganglien.

Alle Anhäufungen von Ganglienzellen im Verlaufe eines Nerven werden Ganglien genannt und unterscheidet man zwischen makrosko-



Fig. 140.
Ein mikroskopisches Ganglion aus dem Pansen eines Rindes.

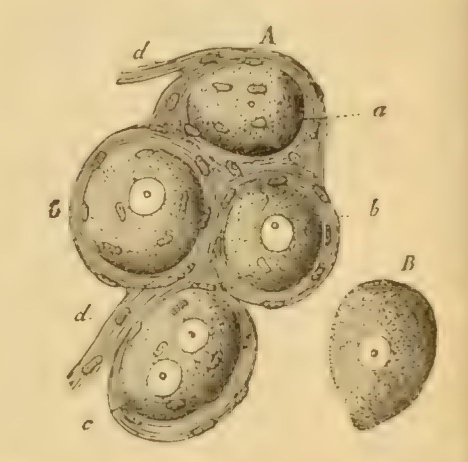


Fig. 141. Ganglienzellen in bindegewebigen Hüllen.

pischen und microscopischen und ausserdem zwischen cerebrospinalen und sympathischen Ganglien. Die makroskopischen Ganglien stellen selbstständige Organe dar, während die mikroskopischen (Fig. 140) in den Bau der Organe, in denen sie vorkommen, hineingezogen sind und werden letztere deshalb bei den Organbeschreibungen geschildert werden. Die makroskopischen Ganglien haben folgenden Bau: Das Körperchen ist von einer bindegewebigen, kernhaltigen Hülle, der Fortsetzung der Scheide der ein- und austretenden Nerven umgeben. In demselben finden wir 1. ein zartfibrillares bindegewebiges Gerüst mit einem Capillarnetz und Lymphgefässen, 2. die einfach durchlaufenden oder sich plexusartig verflechtenden Nervenfasern und 3. die Ganglienzellen, die in Haufen oder in Reihen zwischen dem übrigen Gewebe liegen, kernhaltige Hüllen besitzen (Fig. 141) und mit den Nervenfasern in continuo verbunden sind. Sie finden sich peripher reichlicher als central.



Fig. 142. Spinalganglien, schematisch.

Die cerebrospinalen Ganglien enthalten grosse kugelige oder bgeplattete Zellen mit concentrisch geschichteter Hülle. Diese sind unipolar (Rawitz, Henle, Schwalbe); ihr Fortsatz theilt sich T-förmig Ranvier). [Arndt hält die Zellen für bipolar.]

Die sympathischen Ganglien enthalten kleinere aber multipolare ellen, deren Fortsätze sich verästeln und marklose Fasern bilden. Neben diesen Zellen kommen Haufen von fortsatzlosen Zellen vor, die ls die Jugendform der multipolaren angesehen werden

S. Mayer betrachtet die peripheren Ganglienzellen als zurückgebliebene Reste ner Bildungselemente, aus denen sich die Nervenfasern entwickelt haben. Sie sind s solche den Kernen der Schwann'schen Scheide homolog!! Sie sollen zur Ernährung der Nerven dienen und ihren Stoffwechsel reguliren und für die Entstehung euer Nervenfasern unter Umständen das Material liefern können!!

3. Die Nervenendigungen.*)

Die Art und Weise der Nervenendigung ist in erster Linie verschieden je nach der Natur resp. Function der Nerven und spricht man emgemäss von den Endigungen der secretorischen, der sensiblen und er motorischen Nerven.

1. Die **Endigung der secretorischen Nerven** ist noch wenig erforscht. Manche Autoren (Pflüger, Kupffer, Paladino, Jantschitz, Openhowski) haben an verschiedenen Drüsen das Eintreten der Nervenfasern in die secretorischen Zellen und ihre Endigung daselbst beobachtet, während andere Forscher die Nervenfibrillen nur bis an die Basis resp. die Basalmembran oder bis zwischen die Zellen zu verfolgen ermochten. (Klein und Colasanti haben das Vorkommen eines Terminalplexus zwischen gewissen Drüsenzellen beobachtet.)

2. Die **sensiblen Nerven** enden in verschiedener Art und Weise und war 1. mit geschlossenen terminalen Netzen, 2. einfach frei, 3. mit reien knopfförmigen Enden, 4. in und mit Zellen und 5. in besonderen erminalen Apparaten oder Gebilden (Endkolben, Pacini'sche Körperchen, Tastkörperchen und dgl.).

a) Die **Terminalnetze** (Retia terminalia). In vielen Organen hat man arte Nervenfibrillengeflechte gefunden und beschrieben und dieselben ls Endplexus aufgefasst. Dieselben bestehen aus nackten Axenfibrillen der Axencylindern oder aus solchen mit Hüllen. Die Endnetze stellen wirkliche Anastomosen der gen. Gebilde dar, während die im Verlaufe ler Nerven vorkommenden Plexus nur Durchflechtungen sind. – Bezüglich der als terminale Netze beschriebenen Bildungen wurde in neuester Zeit vielfach festgestellt, dass aus diesen Fibrillargeflechten wieder Fibrillen austreten, welche frei mit Endkölbchen enden. Es ist ehr wohl möglich, dass sich alle Fibrillargeflechte so verhalten und lass es demnach gar keine Terminalplexus giebt. Vorerst aber müssen

*) Die Nervenendigungen im Speciellen werden bei Abhandlung der Organe besprochen. In dem nachfolgenden Kapitel sollen nur die allgemeinen Principien ihres Aufbaues erläutert werden.

wir den Begriff noch festhalten und darunter die Endverästelungen einer Nervenfaser mit Bildung eines Fibrillarnetzes, an dem bis jetzt keine austretenden Fibrillen constatirt werden konnten, verstehen. Terminalnetze sind beobachtet worden: in der Wand der Blutgefässe (Klein), in der quergestreiften Muskulatur (Kölliker, Golgi, Odenius, Sachs, Arndt, Rollet, Rauber, Tschirjew, Tschiview), in der Wand der Gallenblase (Popoff), im Stratum Malpighi der Epidermis (Jantschitz), im Epithel der Cornea (Waldeyer und E. Klein), im Peritonaeum (de Gempt), in der äusseren Haut (Arnstein), in der Conjunctiva (J. Arnold) u. s. w. Demgegenüber giebt Ranvier (und Inzani) an, dass sowohl in der Cornea (Izquierdo) als in der Epidermis die Nervenfasern mit feinen Knöpfchen enden, nachdem sie vorher zuerst ein subepitheliales und dann ein intraepitheliales Nervennetz gebildet haben. [W. Wolff bestreitet das Vorkommen von Nerven in jeder Art von Epithel.] — Eine besondere Art der Terminalnetze bilden die sogen. **Endschlingen** (Ansae terminales).

b) **Einfache freie Endigung.** Sie erfolgt als ein Auslaufen in eine Spitze oder wie abgeschnitten. Das freie Ende ragt entweder frei über das Niveau der betr. Fläche hervor, oder endet innerhalb der Intercellularsubstanz zwischen den Zellen und Fasern, ohne sich mit diesen zu verbinden (Morano, de Gempt, Engel u. A.).

c) Die **Endigung in freien, knopfförmigen Enden** (Endknöpfchen). Diese Art der Nervenendigung kommt häufig vor, namentlich in den Zellengeweben, an den Capillaren, an den Muskelfasern u. s. w. (Cohnheim, Langerhans, Podiopaew, Eberth, Moisiscowicz, Hoyer, Künkel, Gazagnaire, Bonnet, Krohn, W. Krause, Kölliker, Brehmer, Elischer etc.). — [Die Nervenfibrillen enden überhaupt meistens mit kleinen kölbchen- oder knöpfchenförmigen Anschwellungen und zwar entweder frei oder in der Intercellularsubstanz oder an oder in Zellen oder in Terminalkörperchen].

d) **Endigung in oder mit Zellen.** Die Nervenfasern enden entweder **in** Zellen, ohne sich mit der Zellsubstanz zu verbinden, sodass ihre Enden frei in der ihnen als Hülle dienenden Zelle (Letzerich), liegen oder sie enden **mit** Zellen, indem sie mit denselben vollständig verschmelzen, sodass diese als Nervenendzellen, terminale Ganglienzellen erscheinen. So können sie auch **in** oder **mit** dem Kern und auch **mit** dem Kernkörperchen enden. Die Endzellen können verschiedener Natur sein. Die sensoriellen sensitiven Nerven, d. h. die der höheren Sinnesorgane enden sämmtlich mit Zellen, indem sich die Nervenfasern kurz vor ihrer Endigung in Fibrillen zerspalten, welche mit besonders geformten und gebauten Zellen enden, die sich unter einander oder mit anderen Zellen zu den Endorganen verbinden. Diese Nervenzellen entstammen Epithelien und werden deshalb als Neuroepithelien bezeichnet. — Die Fasern des Riechnerven enden mit hohen spindelförmigen Zellen (Riechzellen), die mit einem peripheren Fortsatz, der ein steifes Haar (Riechhaar, M. Schultze) darstellt und mit einem Basalfortsatz, der

nichts weiter als die Nervenfibrille ist, versehen sind. — Die Geschmacksnervenfasern erreichen ihr Ende in langgestreckten, ev. mit Haaren am freien Ende versehenen Geschmackszellen, die von Deckzellen (der Maulhöhle, der Zunge, des weichen und harten Gaumens und Kehldeckels) rund umgeben sind und mit diesen die sogen. Endknospen darstellen. Die Hörnervenfasern enden in cylindrischen mit einem Haarbesatz versehenen Zellen des Corti'schen Organes. Die Sehnervenfasern finden ihr schliessliches Ende in den Stäben und Zapfen der Retina (Fig. 143), nachdem sie einen complicirten Verlauf durchgemacht haben. Ob die Tastnerven auch in Zellen enden ist noch zweifelhaft (cf. Terminalkörperchen und äussere Haut).

Unter den übrigen Endigungen sensibler Nerven sind in erster Linie die Merkel'schen Tastzellen (Merkel, Dietl u. A.) zu nennen. Es sind dies grosse blasenförmige Zellen mit blassem Kern, grossem doppelt conturirtem Nucleolus und einer bindegewebigen Hülle, die als die Fortsetzung der Schwann'schen Scheide anzusehen ist, während der Axencylinder in die Zellsubstanz eintritt. Oft liegen 2 Tastzellen zusammen in einer Hülle (Zwillingstastzelle). Diese Zellen liegen in den tiefsten Schichten des Epithels, z. B. im Schweinsrüssel, in der äusseren Wurzelscheide der Haare (Bonnet), oder unter aber dicht am Epithel in der Schleimhaut, selten tiefer.

Merkel nimmt an, dass die Tastkörperchen nichts anderes seien, als mehrere über einander liegende Tastzellen. Bonnet, der ebenfalls Endigungen in Nervenzellen constatirte, bestreitet diese Merkel'sche Anschauung. Einige Autoren finden, dass die Nervenfasern nicht in, sondern an den Tastzellen und zwar mit einer protoplasmatischen Tastscheibe (Ranvier, Izquierdo) derart enden, dass wenn mehrere Zellen über einander liegen, immer zwischen je zwei Zellen eine Scheibe zu finden ist. Langerhans fand bei Amphioxus lange Nervenzellen mit einem starren Haar. Lawdowsky beobachtete, dass Nervenfasern

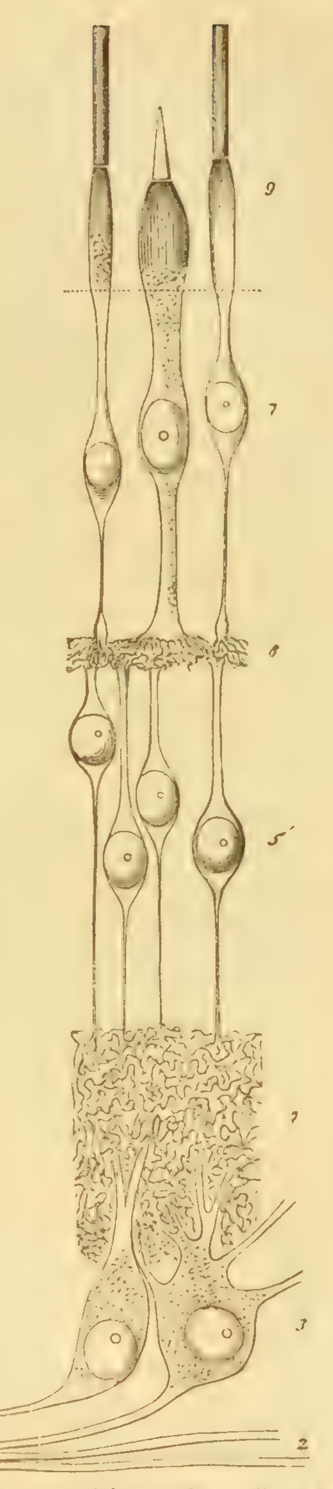


Fig. 143. Schemat. Darstellung der Endigung der Sehnervenfasern nach M. Schultze. 2. Nervenfasern, 3. Ganglienzelle, 4—7 verschiedene Bildungen der Fasern, 9. Endigung in stäbchen- und zapfenförmigen Gebilden.

pinselförmig in Zellen der Harnblase enden. Im Peritonäum sah Jullien die Nerven in kleinen Kapseln enden. An den Capillaren von Blutgefässen beobachtete Tomsa die Endigung in einem Häufchen feinkörniger Masse. Ehrmann u. A. sahen Nervenfasern in Pigmentzellen eintreten und dort ihr Ende finden. Coyne constatirte nervöse Endzellen an der Grenzmembran der Schweissdrüsen. Langerhans will netzförmige Zellen in der Haut als Endorgane von Nerven gefunden haben. Auch Eberth, Leydig, Pfitzner haben Nervenendzellen im Epithel gefunden, die von Canini und Gaule genauer untersucht und definirt worden sind. Ditlevsen, Jantschitz u. A. beschreiben ebenfalls derartige Endigungen.

e) Die **Terminalkörperchen** (terminale Nervenkörperchen, Nervenendkörperchen etc.). Zu diesen Gebilden gehören: die Tastscheiben, die Meissner'schen Tastkörperchen, die Vater-Pacini'schen Körperchen, die Sachs'schen, Rollet'schen und Golgi'schen Sehnenkörperchen, die Krause'schen Endkolben, die Eimer'schen Tastkegel, die Nervenringe der Mäuse, die Krause'schen Gelenk- und Genitalnervenkörperchen und Endkapseln, die Herbst'schen und Grandry' und Inzani', und die Key-Retzius' Körperchen, die Rauber'schen Synovialkolben u. dgl. Bildungen. Der Bau dieser Gebilde ist verschieden und ist es bis jetzt nicht gelungen ein einheitliches Princip, nach dem sie construirt sind zweifellos nachzuweisen und haben deshalb auch die verdienstvollen Eintheilungsversuche verschiedener Autoren (Krause, Merkel) wenig Anerkennung resp. Nachahmung gefunden. Unsere heutigen Kenntnisse reichen zu einer einheitlichen Schilderung und rationellen Eintheilung dieser Körperchen nicht aus. Passend erscheint es, die Körperchen wenigstens in zwei Gruppen: a) die der Tastscheiben und Tastkörperchen und Grandry'schen Körperchen, in denen die Nervenfasern wahrscheinlich mit modificirten Zellen und b) die der Kolbenkörperchen (Endkolben, Bindegewebskörperchen), in denen die Fasern frei enden, zu unterscheiden.

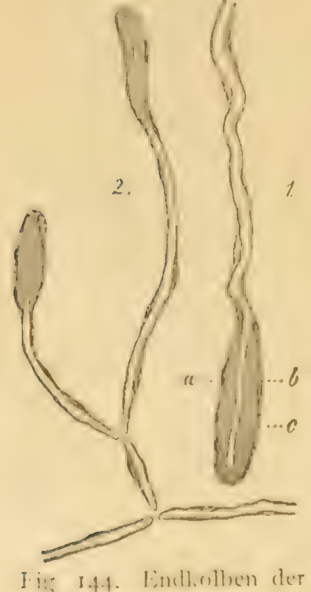


Fig. 144. Endkolben der Kalbsconjunctiva.

1. Die **Kolbenkörperchen** sind dadurch charakterisirt, dass die Nervenfasern in ein aus weicher zelliger Masse bestehenden von Bindegewebe umhüllten cylindrisch kolbiges Gebilde eintreten und darin spitz zulaufend, abgestutzt oder mit knopfförmiger Anschwellung enden. Dieses Gebilde wird als Innenkolben bezeichnet. In dasselbe tritt nur der Axencylinder mit der Mauthner'schen Scheide ein. Das Mark endet mit einem Schnürringe am Körperchen; die Henle'sche und Schwann'sche Scheide gehen in die bindegewebige Hülle des Innenkolbens über. Der Axencylinder endet entweder ungetheilt unter terminaler Anschwellung oder, was die Regel ist, nach gabeligen Theilungen frei mit Endknöpfchen oder spitz auslaufend. Manchmal durchläuft die Faser ein Körperchen und endet

erst in einem zweiten ähnlichen Gebilde. Der Innenkolben aller hierher gehörigen Körperchen entwickelt sich offenbar aus Zellen, die als solche bestehen bleiben oder deren Protoplasma unter event. Kernschwund verschmilzt (Izquierdo).

Die verschiedenen Arten der Körperchen sind von einander durch die m. o. w. complicirte Einrichtung der Hülle des Innenkolbens, durch die Stellung der Kerne des letzteren und durch den Verlauf der Faser in demselben charakterisirt. Im Princip sind sie aber alle gleich gebaut. Die einfachsten dieser Körperchen sind die Krause'schen Endkolben (Fig. 144). Diese wurden in der Conjunctiva von Rind, Schaf, Schwein, Pferd und vielen anderen Säugern gefunden [Krause, Longwoorth, Poncet, Ciaccio u. A.] und besitzen um den Innenkolben eine einfache ein- oder zweischichtige Blätterscheide, während die Hülle der Vater-Pacini'schen Körperchen aus einer grösseren Anzahl von concentrisch gelagerterten Blättern besteht. Die Terminalkörperchen besitzen eine kugelige, ovale oder ellipsoide Gestalt.

Am längsten bekannt und am complicirtesten gebaut sind die m. o. w. kugeligen oder eiförmigen Vater-Pacini'schen Körperchen. Sie finden sich im subcutanen Gewebe, in Gelenken, am Sympathicus in der Bauchhöhle, im Mesenterium der Katze, am Penis, an der Clitoris, an den Muskelscheiden vieler Säuger und Vögel (Rauber) u. s. w. Man unterscheidet an jedem Körperchen: 1) den Innenkolben, 2) die dicke blätterige, concentrisch geschichtete Scheide und 3) den eintretenden, als Stiel des Körperchens erscheinenden Nerven.



Fig. 145. Vater-Pacini'sches Körperchen.

Der Innenkolben besteht aus einer weichen protoplasmatischen körnigen Masse, in welcher längliche und längsgerichtete Kerne, die vielleicht besonderen Zellen (Kolbenzellen) angehören, sichtbar sind. Die Kolbenmasse erscheint concentrisch geschichtet und zwar unterscheidet Schäfer eine äussere kernhaltige und eine innere gestreifte Zone des Kolbens. Sie ist von einer Anzahl von Blättern umgeben. Jedes Blatt ist beiderseits mit Endothel belegt (Ranvier, Hoyer) und auch das innerste den Kolben direct umschliessende Blatt ist innen noch mit Endothel versehen. Die Blätter liegen concentrisch geschichtet wie die Zwiebelschalen einer Zwiebel und sind durch faserige Bildungen an einzelnen Stellen mit einander verbunden. Zwischen je 2 Blättern bleibt aber ein kleiner mit Lymphe erfüllter Raum, der zwischen den dem Innenkolben nahe liegenden Blättern viel unbedeutender ist als aussen, so dass man wohl von einem äusseren und inneren Lamellensystem gesprochen hat. Aus der Thatsache, dass der Innenkolben eine längliche, fast cylindrische Gestalt besitzt, während das ganze Körperchen in seinem äusseren Umfang eiförmig, fast kugelig ist, ergiebt sich die Lagerung der Blätter, nämlich, dass die äusseren Blätter wie aufgebaucht erscheinen und weiter von einander entfernt sind als die inneren. Die ganze Blätterscheide der Körperchen wird von der Lamellenscheide des Nerven ge-

bildet, indem von dieser letzteren von aussen nach innen eine Scheide nach der anderen den Nerven verlässt, sich erweitert und eine Körperchen-Scheide bildet. Natürlich wird dadurch die Nervenscheide immer dünner und dünner, bis sie schliesslich ganz verschwindet. Jedes Blatt der Hülle des Körperchens besteht aus einer äusseren bindegewebigen Ring- und inneren Längsfaserschicht.

Die Nervenfaser tritt, nachdem sie ihre Scheiden verloren hat, marklos in den Innenkolben als Terminalfaser und theilt sich in der Regel in Aeste; diese verlaufen geschlängelt und enden spitz zulaufend oder mit Knöpfchen.

Zu den Kolbenkörperchen gehören ausser den Vater'schen und Krause'schen Körperchen, noch die Herbst'schen Körperchen und die Sehnenendkörperchen, die Synovialkolben Rauber, während es von den Gelenk- und Genitalnervenkörperchen zweifelhaft ist. Diese kann man mit gleichem Rechte der zweiten Gruppe zuzählen.

2. Die zweite Art der Terminalkörperchen (Tastscheibenkörperchen) besteht aus einer Anzahl von Zellen, die von einer Hülle umgeben sein können und in (z. B. in den Grandry'schen Körperchen, Merkel und in den Endkolben der Conjunctiva d. M., Waldeyer) oder **zwischen** denen der Nerv, der in der Regel in mehrere Endäste getheilt ist, endet. Gewöhnlich enden die Nervenfasern in diesen Körperchen in Form von platten Scheiben, sogen. **Tastscheiben.** Das einfachste Tastscheibenkörperchen besteht nach Ranvier aus zwei neben einander liegenden Zellen und der zwischen ihnen liegenden Tastscheibe und einer fibrösen, innen mit Endothel belegten Kapsel. Die markhaltige an ein solches Körperchen herantretende Faser verliert mit einem Schnurringe ihr Mark; der Axencylinder und die Schwann'sche Scheide tritt zwischen die beiden Zellen, plattet sich ab und bildet eine fibrillare Scheibe zwischen denselben. Diese besteht aus einer homogenen dunkleren Aussen- und einer helleren protoplasmatischen Innenschicht (Izquierdo). Sind mehr als zwei Zellen vorhanden, dann kommen auf drei Zellen zwei, auf vier Zellen drei Scheiben u. s. w. Manchmal lagern sich mehrere solcher durch eine Kapsel begrenzte Körperchen in eine Hauptkapsel zusammen.

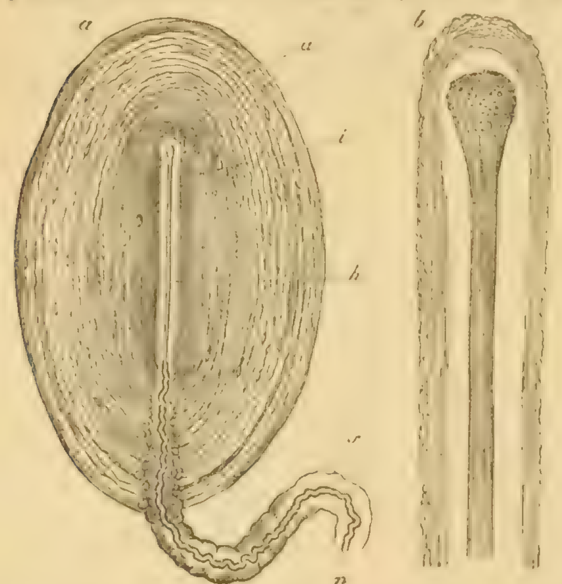


Fig. 146. *a)* Vater'sches, *b)* Grandry'sches Körperchen.

Die **Tastkörperchen** (Nervenglomeruli, Endkapseln, Wollustkörperchen u. s. w.). Es sind dies ellipsoide Körperchen, die transversal gestreift

rscheinen, einen körnigen Inhalt und längliche Querkerne (cf. Fig. 147) rkennen lassen. Sie finden sich ganz besonders in Hautpapillen, an .en Lippen und am Gaumen des Pferdes, dem Schweinsrüssel, den usseren Genitalien u. s. w. Die Ansichten über ihren Bau sind noch etheilt.



Fig. 147. *A*) Längsansicht einer Hautpapille mit Tastkörperchen. *B*) Querschnitt derselben.



Fig. 148. Hautpapillen mit Gefässschlingen [*b*] und Tastkörperchen [*c*].

[Nach Ranvier stellt das einfachste Tastkörperchen ein Bouquet von Nervenfasern dar, hergestellt durch Verzweigung einer markhaltigen, sich unter rechtem Winkel zu dem Zwecke umbiegenden Faser. Der Regel nach liegen mehrere solcher Bouquets übereinander und winden sich dann die zu den oberen Körperchen gehenden Nervenfasern um die unteren herum (Fig. 147 d). Eigentliche Hüllen fehlen. — W. Wolf beschreibt diese Gebilde als ovale Korperchen mit amorphem, zähflüssigem Inhalte, ohne Fasern und mit einer quergefalteten Hülle. Merkel's Anschauung wurde schon erwähnt. Krause glaubt, dass die Körperchen aus Querkolbenzellen bestehen u. s. w. — Zu dieser Art der Nervenendigungen gehören auch die Grandry'schen Korperchen (Endigung mit Scheibe). Sie entstehen aus Epithelzellhäufchen (Izquierdo). Die Tastscheiben dürften als modificirte Nervenendzellen anzusehen sein (Waldeyer).]

Man ist vielfach bemüht gewesen, die zahlreichen Nervenendigungsarten von einigen wenigen oder einer einzigen Grundform abzuleiten und danach eine rationelle Eintheilung und übersichtliche Schilderung zu ermoglichen (W. Krause, Ditlevsen, Langerhans, Merkel, Waldeyer).

[Merkel sagt, dass in der Haut aller Wirbelthiere nur 3 Arten der sensiblen Nervenendigungen vorkommen, nämlich: stäbchenformige Sinneszellen, terminale Ganglienzellen und freie Endigungen. Aus diesen Grundformen entstehen durch 1) Gestaltmodificationen, 2) Gruppirung und 3) durch Hinzutreten accessorischer Theile ver-

schiedene Unterabtheilungen: 1) Nervenhügel (Endigung in birnförmigen Zellen mit längerem cuticularem Haar). 2) Endknospen (Endigung in schmalen Zellen mit kurzen oder stiftförmigen Cuticularaufsätzen). 3) Tastzellen (terminale Ganglienzellen). 4) Tastkörperchen (Vereinigung mehrerer Tastzellen durch Bindegewebe). 5) Freie Endigung mit abgerundetem Ende der Primitivfaser. 6) Kolbenkörperchen (freie Endigung in bindegewebigen Körperchen).

Krause nimmt an, dass der Innenkolben aus abgeplatteten, länglich polygonalen, kernhaltigen, den Endothelzellen ähnlichen sog. Kolbenzellen bestehe und theilt dieselben, je nachdem ob sie mit der Längsaxe des Kolbens parallel oder quer zu derselben gestellt sind, in Längs- und Querkolbenzellen ein. Die Terminalfasern laufen mit der Längsaxe der Zellen und in der Regel der nächsten Körperoberfläche parallel und enden mit Endknöpfchen (Terminal-Noduli). — Die Hüllen des Innenkolbens sind Fortsetzungen des Neurilemm's und die äusseren Hüllen solche der Adventitia der Nervenfasern. Die Tastkolben und Tastkörperchen stimmen in ihrem Baue mit den übrigen Terminalkörperchen überein und sind aus Querkolbenzellen aufgebaut.

Ditlevsen erkennt nur die celluläre Endigungsweise an. Waldeyer nimmt 2 Arten der Endigung, die cellulare und die freie an.]

Die sämmtlichen Endigungsarten der Nerven lassen sich wie folgt gruppiren: A) freie Endigung [α) mit Knöpfchen, β) abgestutzt, γ) spitz zulaufend] und zwar a) frei über der Oberfläche der Gewebe, b) in der Intercellularsubstanz (resp. **an** Zellen), c) **in** Zellen, d) corpusculär, d. h. in besonderen Apparaten. (Vater'sche, Krause'-Rauber'sche Körperchen). B) Endigung **mit** Zellen (celluläre Endigung) und zwar mit echten, als solche noch erkennbaren Zellen oder mit modificirten Zellen (Tastscheiben u. dgl.). Diese Endigungsweise ist wieder a) einfach (Tastzellen etc.), b) corpusculär (Tastkörperchen, Grandry'sche Genitalnervenkörperchen).

3. **Die motorischen Nerven** enden im Allgemeinen derart, dass sie in die contractilen Elemente eindringen.

a) **Glatte Muskulatur** (cf. die betr. Organe). In den Muskelhäuten constatirt man zunächst einen sogen. Grundplexus mit Ganglienzellen, die vereinzelt oder in Haufen liegen. Aus diesem Plexus entspringen die marklosen Fasern, die ein Netz bilden, welches Kerne in den Knotenpunkten trägt (intermuskuläres Netz) und aus diesem entwickelt sich das intramuskulare Geflecht zwischen den Muskelfasern (Lowitz, Gscheidlen, Schleiden), dessen Terminalfädchen in die Muskelzellen eintreten (Frankenhäuser, Ellenberger, Arndt, Arnold, Elischer). Man bemerkt an den Muskelfasern an der Eintrittsstelle der Nervenfasern einen kleinen Fleck (motorischer Fleck). Wie die Endigung stattfindet ist noch unbekannt. Frankenhäuser lässt den Terminalfaden am, Lustig in der Nähe des Nucleolus enden; Elischer spricht von einer Endigung mit Endknöpfchen und Arnold sah die Fädchen die Zellen nur durchlaufen. Ich habe das Eintreten der Nervenfäden in die Uterusmuskelzellen deutlich gesehen, konnte aber die Art und Weise der Endigung daselbst nicht eruiren.

b) **Herzmuskulatur** (cf. Circulationsapparat). Es ist constatirt, dass die schliesslich marklosen Terminalfäden der Nerven, die aus Netzen mit Ganglienzellen hervorgehen **in** die Herzmuskelzellen eindringen.

c) **Skeletmuskulatur** (cf. Bewegungsapparat). Nach Ranvier muss man mindestens 3 Arten der Nervenendigung in den Muskeln unterscheiden, nämlich die Doyère'schen Hügel der Articulaten, die Terminalbüschel (Kühne) der Batrachier und die motorische Platte der Säuger, Vögel, Fische und Reptilien. Aus den intramuskulären Nervennetzen der Muskulatur entspringen die einzeln verlaufenden markhaltigen Fasern. Von diesen tritt in der Regel an jede Muskelfaser je eine, selten zwei oder mehr Nervenfasern heran, durchbohrt das Sarkolemm, indem sie das Mark verliert und tritt mit dem sich auffasernden, dicker und breiter werdenden Axencylinder in die contractile Substanz ein. Das Neurilemm vereinigt sich mit dem Sarkolemm durch Kitt (Kittfuge, Kittleiste, [Kühne]).

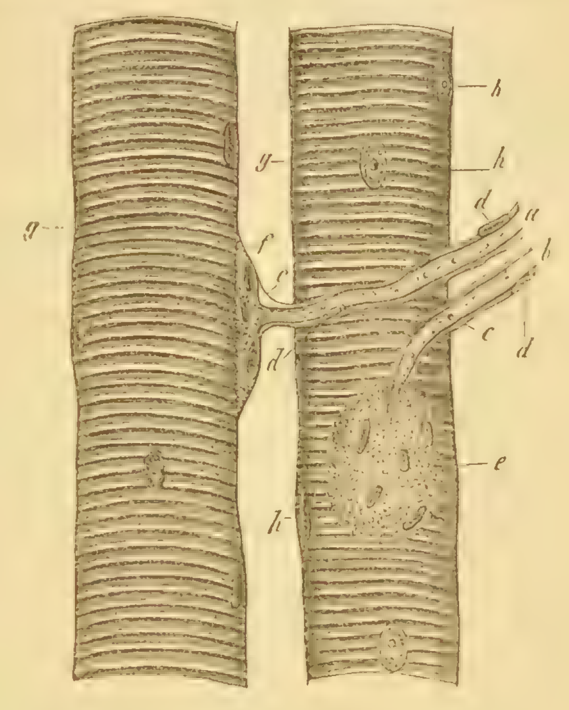


Fig. 149. Muskelprimitivbündel mit Nervenendigungen (nach Frey).
a b) Endverzweigungen der Nerven (Primitivfasern), *c*) Neurilemma, *d*) Nervenmark, *e f*) motorische Endplatte, *g h*) Muskelkerne.

Bei den Doyer'schen Hügeln endigen die Nervenfasern in aus körniger Substanz bestehenden Erhebungen der Muskelfasern, welche an ihrer Basis mit Kernen versehen sind. Dabei verschmilzt das Neurilemm mit dem Sarkolemm, während sich der Axencylinder in die Fibrillen auflöst, die in die körnige Masse eintreten. Jede Muskelfaser hat mehrere solcher Endapparate für je eine Nervenfaser. Bei der Büschelbildung tritt an jede Muskelfaser eine mit Henle'scher und Schwann'scher Scheide versehene Nervenfaser, theilt sich an derselben, läuft an der Oberfläche der Muskelfaser entlang (epilemmale Verbreitung) und bildet ein Büschel, dessen blasse, marklose Fasern in die Muskelfaser eintreten (hypolemmale Büschel) und verschiedene Figuren bildet (Nervenendgeweihe, Kühne). Bei den Säugethieren, Vögeln etc. findet sich an der Stelle des Eintritts der Nervenfaser in die Muskelfaser eine feinkörnige, Kerne enthaltende Protoplasmamasse, in welche die Fibrillen des Axencylinders eintreten. Diese protoplasmatische Zone liegt in gleicher Ebene mit den Endverzweigungen an den anastomosirenden, ein zartes Fibrillennetz, d. h. die **motorische Endplatte** bildenden Fibrillen und nicht als Sohle unter derselben (also nicht zwischen der Endverzweigung des Axencylinders und der contractilen Substanz, sondern zwischen und an den Terminalfäserchen). In der granulirten Masse finden

sich Kerne verschiedener Art und Form Die Endplatte besteht also aus der Verästelung des Axencylinders (Axialbaum) und dem körnigen Stroma. Ob von der Nervenendplatte noch zarte Fibrillen in die Substanz gehen und dort in der isotropen Substanz enden (Föttinger, Gerlach), oder ob sie mit Knöpfen an der Sohle der Platte, die eine thalartige Vertiefung (Nerventhal) in der Muskelsubstanz hervorruft, abschliessen (Kause) und dergl. Fragen sind noch nicht gelöst. Das Nähere hierüber siehe unter «Bewegungsapparat».

An den **Sehnen** sind Terminalplatten (Marchi, Golgi, Sachs u. A.), welche spindelförmige, abgeplattete, mit Bindegewebsscheide versehene Körper darstellen und den Terminalkörperchen zuzurechnen sind, beobachtet worden (Hund, Schwein, Rind, Mensch, Kaninchen). Der eintretende Axencylinder theilt und verbreitet sich.

Endplatten eigener Art finden sich auch in den electrischen Organen gewisser Fischgattungen.

3. Die thierischen Häute*).

Nach dem Bau und der Genesis kann man folgende Arten von Häuten unterscheiden: 1. structurlose, 2. zellige, 3. Muskel-, 4. elastische, 5. bindegewebige Häute.

1. Die **structurlose Häute** (Glashäute) (cf. S. 101) sind entweder Cuticular- und Elementar- oder Bindegewebs- und elastische Häute, die zur Zeit in ihrem Bau noch nicht erkennbar sind und deshalb structurlos erscheinen. Es gehören hierhin z. B. die membranae propriae der acini und tubuli der meisten Drüsen, die Basalmembranen der Epithelien, die membrana Corti, die membranae tectoriae der maculae acusticae, die Descemet'sche Membran, die Linsenkapsel, die membr. hyaloidea, die Schwann'sche Scheide der Nerven, das Sarkolemm der Muskeln u. s. w.

Diese Häute sind entweder entstanden durch Ausscheidung formloser Massen aus Zellen und hautartiges Erstarren derselben oder durch Erstarren der gallertigen Grundsubstanz des Bindegewebes an den Stellen, wo dasselbe an andere Gewebe (z. B. Epithelien) grenzt, oder durch flächenartige Aneinanderlagerung mit nachfolgender Verschmelzung und stärkster Abplattung von Zellen, oder durch dichteste Aneinanderlagerung und Verklebung parallel gelagerter bindegewebiger oder elastischer Fibrillen oder durch Erstarren der periphersten Theile von Riesenzellen (Sarkolemm der Muskelfasern).

2. Die **zelligen Deckhäute**. Dahin gehört die Epidermis der Cutis, die Endothel- und Epithelbekleidung aller Häute und Organe (cf. S. 106ff.).

3. Die **Muskelhäute**. Sie bestehen der Regel nach wesentlich aus glatter, selten aus quergestreifter, hautartig angeordneter Muskulatur.

*) Hautartige Bildungen sind im Thierkörper ungemein verbreitet; der ganze Thierkörper wird von aussen von einer Haut, dem integumentum commune bedeckt, die Wände aller Hohlorgane, Kanäle und Schläuche werden durch eine oder verschiedene concentrisch um einander herumliegende Häute gebildet; die grossen Körperhöhlen durch Häute ausgekleidet, die soliden Organe meist von Häuten umhüllt u. s. w. Trotzdem der Bau der betr. Häute bei Beschreibung des Aufbaues der Organe näher besprochen werden wird, erscheint es doch nothwendig, eine kurze summarisch gehaltene Uebersicht der Häute, ohne auf die Schilderung des feineren Baues derselben einzugehen, vorauszusenden.

deren Elemente resp. Primärbündel durch Gefässe und Nerven führendes interstitielles Bindegewebe gestützt und verbunden werden. Diese Häute finden sich in der Wand der meisten Hohlorgane als schlauchartige und ähnliche Bildungen, z. B. in der Wand des Verdauungstractus als muscularis mucosae und muscularis externa circularis et longitudinalis, in der Wand der Arterien und Venen, der Vagina, des Uterus, der Tuben, der Urethra, der Harnblase, der Ureteren, der vasa deferentia u. s. w. als tunicae musculares. Die Muskelfasern dieser Häute verlaufen unter einander meist m. o. w. parallel und zwar entweder in der Richtung der Längsaxe des betr. Organes (Längsfaserhäute) oder circulär rund um den Hohlraum (Kreisfaserhäute). Oft bestehen die Muskelhäute aus zwei Schichten, einer Längs- und einer Kreisfaserschicht, die durch Bindegewebe vereinigt sind. Seltener bilden sich die Häute durch dichtes Verflechten verschieden gerichteter Muskelfasern.

4. Die **elastischen Häute**. Ausser den feinen, zarten, structurlosen, gegen Alkalien, Säuren, Verdauungsflüssigkeiten sehr resistenten, sehr elastischen, zum Aufrollen geneigten Blättern, die unter den Begriff der Glashäute fallen, giebt es auch dickere elastische Platten, die deutlich überwiegend aus dicken und dünnen elastischen Fasern, zwischen denen sich Bindegewebe befindet, bestehen. Oft liegen mehrere durch Bindegewebe verbundene Platten concentrisch um einander und bilden eine Membran (Aorta).

5. Die **sogen. Bindegewebshäute**. Während in den Muskelhäuten das Muskel-, in den elastischen Häuten das elastische Gewebe den überwiegenden und charakteristischen Bestandtheil darstellt, bestehen die Bindegewebshäute wesentlich aus dem elastische Fasern führenden sogenannten parenchymatösen Bindegewebe und enthalten stets Gefässe und Nerven und oft Drüsen (Drüsenhäute) und Lymphfollikel, auch Muskelzellen, Muskelfasern und Muskelbündel, ja selbst Muskelhäutchen, und unter Umständen auch Fettgewebe und Haarbälge. Die Bindegewebshäute sitzen an einer Seite auf einer Unterlage, während die andere Seite meist frei und daselbst mit Epi- oder Endothelien bedeckt ist. Zu den Bindegewebshäuten gehören: die fibrösen (sehnigen), serösen (und synovialen), die Schleimhäute und die äussere Haut.

a) Die **fibrösen Häute**. Diese entsprechen flächenartig ausgebreiteten Sehnen, bestehen demnach aus sehnigem Bindegewebe, welches durch lockeres conjunctives Gewebe, welches Gefässe und Nerven enthält, zusammengehalten wird. Oft sind die sehnigen Häute derart aufgebaut, dass mehrere dünne, sehnige Schichten derart übereinander liegen, dass die Fasern der einen Schicht, die der anderen kreuzen. Die einzelnen Schichten werden durch lockeres Bindegewebe fest mit einander verbunden. Sobald die fibrösen Häute mit einem Endothelbelag versehen sind und Binnenräume umschliessen, heissen sie seröse oder synoviale Häute.

b) Die **serösen Häute**. Sie bekleiden die Wände des Cöloms (der Brust- und Bauchhöhle) und fast alle in demselben liegenden Organe und umhüllen das Herz noch ganz besonders. Sie bestehen aus einer dünnen bindegewebigen membrana propria, einem auf dieser liegenden, gegen die Höhle gekehrten zusammenhängenden Epithel- oder Endothelhäutchen und einer gegen die Unterlage (d. h. gegen das Organ oder die Höhlenwand, die sie überziehen) gerichteten lockeren conjunctiven Schicht (stratum subserosum). Das Endothelhäutchen ist mit offenen und geschlossenen Stomata versehen. Die membrana propria besteht aus geradlinigen oder seltener lockig gewellten Bindegewebsbündeln, die in verschiedenen Richtungen verlaufen und einem feinfaserigen elastischen Netz. Zwischen dem aufliegenden Epithel und den Fasern liegen platte Bindegewebszellen und zwischen den Bündeln eine zarte Masse. Die Bündel theilen sich oft und verbinden sich mit einander, ohne aber jemals eine Anastomosenbildung einzugehen.

In dem Bindegewebe finden sich Gefässe und Capillarnetze; die grösseren Stämmchen liegen in der Subserosa. Das elastische Fasernetz, das z. B. im Mesenterium eine Art membrana fenestrata bildet, ist gefässlos. Die Lymphgefässe kommen in besonders reicher Zahl und ganz besonders dichten Capillarnetzen schon dicht unter dem Epithel vor. Die Subserosa zeigt einen lockeren lacunären Bau und enthält oft (namentlich bei den Wiederkäuern und Schweinen) reichlich Fettgewebe. Die Oberflächen der Häute sind mit einer geringen Menge einer dem Serum ähnlichen Flüssigkeit befeuchtet. Bei niederen Wirbelthieren finden sich auf den Häuten oft hohe cylindrische, ja sogar flimmernde Zellen. — Das Omentum stellt keine zusammenhängende Membran, sondern ein Netz mit Maschen verschiedener Grösse und Balken von verschiedener Breite und Dicke dar. Das Mesenterium, die Pleura, das Peritonäum, und das Pericardium zeigen im Grossen und Ganzen den beschriebenen Bau (cf. specielle Organlehre).

Eine besondere Art der serösen Häute sind die **Synovialhäute**. Diese bekleiden die echten Binnenräume des Körpers (die Gelenkhöhlen, Schleimbeutel etc.) bilden die Sehnenscheiden u. s. w. Sie haben einen ähnlichen Bau wie die serösen Häute (cf. Bewegungsapparat); nur sind sie stets mit Endothel und nicht mit Epithel belegt, besitzen oft zottige Anhänge und Falten, welche in die Höhlen hineinragen und sind mit einer dünnen Schicht einer mucinhaltigen Flüssigkeit, der **Synovia** bedeckt.

Die serösen und synovialen Häute entstehen aus dem Meso- resp. dem Parablasten und sind mässig mit Blutgefässen und Nerven versehen. In Bezug auf den Bau steht den serösen Häuten die **tunica intima der Gefässe,** die allerdings ausserordentlich reich an elastischem Gewebe ist, sehr nahe.

c) **Die Schleimhäute**. Diese Häute werden so benannt, weil sie meist mit einem schleimigen Belage bedeckt sind, sich schleimig anfühlen und in ihrem Zellbelage oft selbst Schleim produciren. Sie umgeben Höhlen (Hohlorgane, Schläuche, Canäle u. s. w.), die irgendwie mit der Aussen-

velt durch die natürlichen Körperöffnungen direct oder indirect in Verbindung stehen. Sie gehen am Mund, an der Nasenöffnung, am After, an der Augenlidspalte, am Ohr, an der Strichöffnung des Euters, an der Vulva, an der Harnröhrenöffnung allmälig in die äussere Haut über. Sie sind meist sehr elastisch, an der Oberfläche mit Feuchtigkeit bedeckt

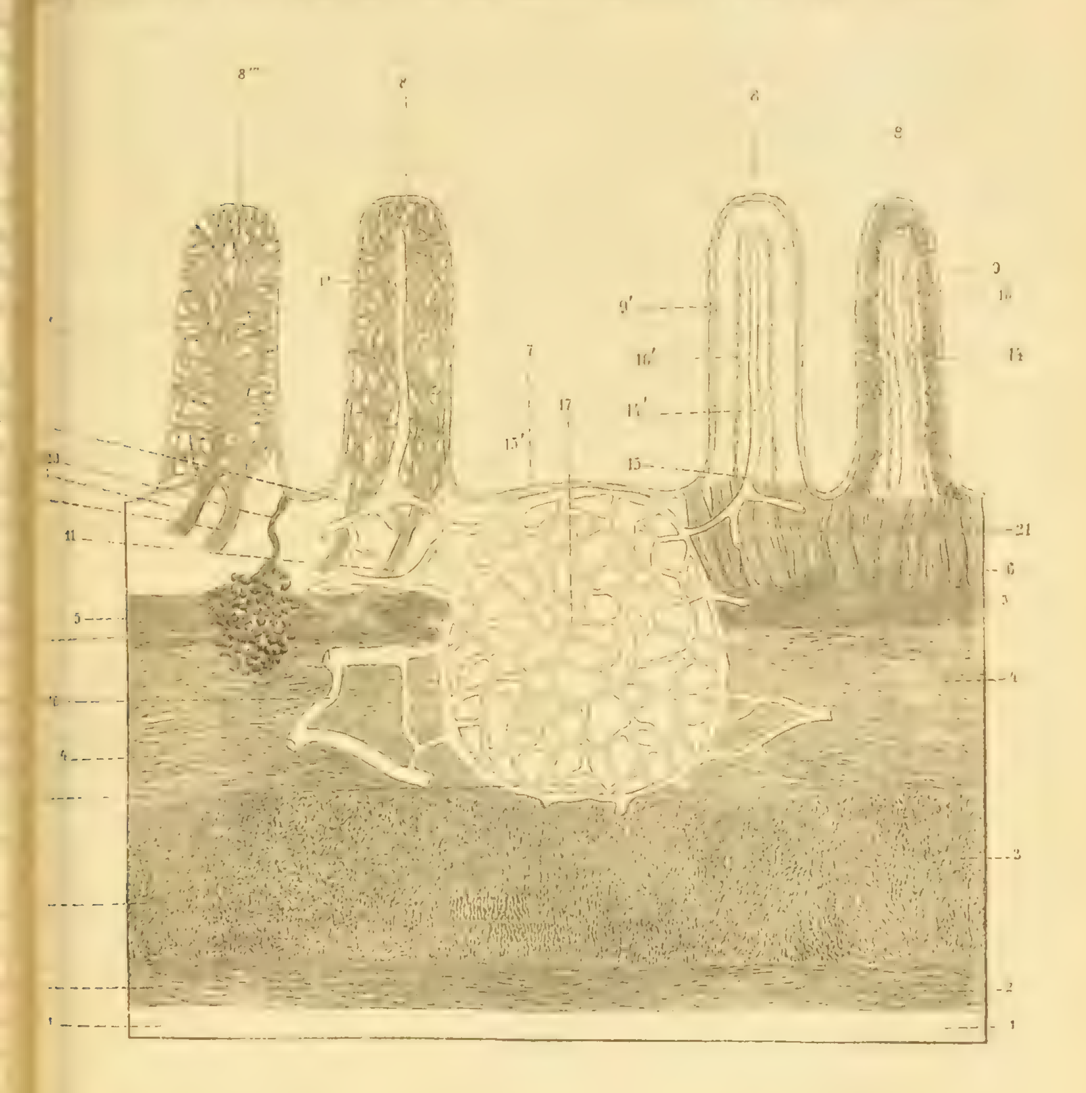


Fig 150. Schematischer Durchschnitt durch die Dünndarmwand (Chauveau). 1. Seröse Haut, 2. Längsfasern der Muskelhaut, 3. Cirkelfasern der Muskelhaut, 4. Stratum submucosum, 5. Muscularis mucosae, 6. eigentliche Schleimhaut, 7. Epithel der Schleimhaut, 8. 8' 8' 8''' Darmzotten, 9. 9' Epithel der Darmzotten, 10. 10' Muskelfasern der Darmzotten, 11 11' Arterie, welche in die Darmzotten eintritt, 12. 12' Capillaren, 13. 13' Vene, welche das Blut aus der Darmzotte fortführt, 14. 14' Centralcanal der Darmzotte, 15. 15' Lymphgefässe, welche aus dem Grunde der Zotte heraustreten, 16. Netze der Lymphgefässe in der Schleimhaut und im submucösen Bindegewebe, 17. Netze der Lymphgefässe, welche 18. einen solitären Follikel umspinnen, 19. Brunner'sche Drüse, 20. Ausführungsgang derselben, 21. Lieberkühn'sche Drüsen.

und enthalten Gefässe und Nervengewebe. Der event. die Oberfläche der Schleimhäute bedeckende Schleim stammt entweder von in denselben liegenden Drüsen oder von sogen. Anhangsdrüsen oder vom Oberflächenepithel oder von dem der Drüsenausführungsgänge.

Bau. Die Grundlage der Schleimhäute bildet eine Bindegewebsschicht, die nach innen, gegen die betreffende Höhle hin mit Epithel belegt und nach aussen (durch das adventitielle, submucöse, conjunctive Stratum) an die Umgebung befestigt ist. In dieser zusammenhängenden Bindegewebsgrundlage finden sich die sonstigen Bestandtheile (Muskeln, Drüsengewebe, Leucocyten etc.) der Häute eingelagert. Man unterscheidet an diesen Häuten folgende Schichten:

1. Den gegen die Höhle gekehrten Epithelbelag (Stratum epitheliale) (Fig. 150 7.) mit seiner Basalmembran.

2. Die eigentliche Schleimhaut (stratum proprium, membr. propria).

3. Das Stratum submucosum (conjunctivum, adventitium, nerveum, cellulare, textus cellularis, textus submucosus) (Fig. 150 4.). — Häufig schiebt sich noch zwischen das stratum proprium und submucosum

4. das Stratum musculare mucosae ein (Fig. 150 5.).

Das Stratum epitheliale zeigt ebenso wie das stratum proprium (Fig. 150 6.) einen verschiedenen Bau je nach dem Vorkommen.

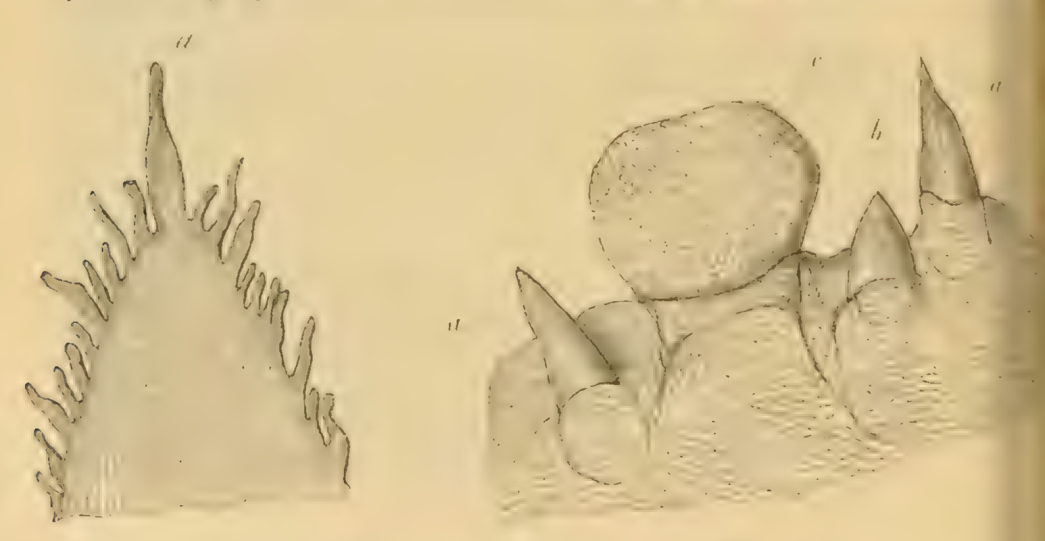


Fig. 151. Fig. 152.
Vorsprünge an den Oberflächen von Schleimhäuten.

Das Stratum submucosum, welches dazu bestimmt ist, die Schleimhäute an die umliegenden Theile zu befestigen und als Träger der Gefässe und Nervenstämme und der Ganglien zu dienen und unter Umständen die Verschiebbarkeit und Faltenbildung etc. der Häute zu ermöglichen, zeigt bei allen Schleimhäuten im Wesentlichen denselben Bau, ist aber manchmal stark, manchmal ganz schwach entwickelt, ja manchmal scheinbar ganz fehlend. Es besteht aus einem m. o. w. grossmaschigen fibrillären Bindegewebe und elastischen Fasern und enthält neben Capillarnetzen die grösseren Stämme der die Schleimhaut

versorgenden Gefässe und Nerven und häufig auch Ganglien, Ganglienzellen und Fettgewebe.

Das stratum musculare fehlt manchen Schleimhäuten. Wenn es vorhanden ist, stellt es meist eine einschichtige aus longitudinal zur Axe des Kanals gerichteten Fasern bestehende, selten eine zweischichtige Muskelhaut dar, die zwischen dem stratum submucosum und proprium liegt und in der Regel Muskelfasern oder ganze Faserzüge in die letztere Schicht hineinsendet. Auch in denjenigen Schleimhäuten, welche keine muscularis mucosae besitzen, kommen glatte Muskelzellen, Muskelfasern und unter Umständen auch Faserbündel vor.

Die Oberfläche der Schleimhäute (Fig. 151 u. 152) zeigt ein sehr ververschiedenes Verhalten, sie ist glatt, oder besitzt grosse kegelförmige, fingerförmige Papillen, oder Zottern, Höcker, feststehende oder verstreichbare Falten, Gruben, Furchen u. s. w.

Man kann die Schleimhäute nach ihrem Bau und ihren Functionen eintheilen in a) Schleimhäute mit cutanem Charakter, b) Schleimhäute mit Schleimdrüsen, c) Schleimhäute mit Drüsen, welche specifische Secrete liefern.

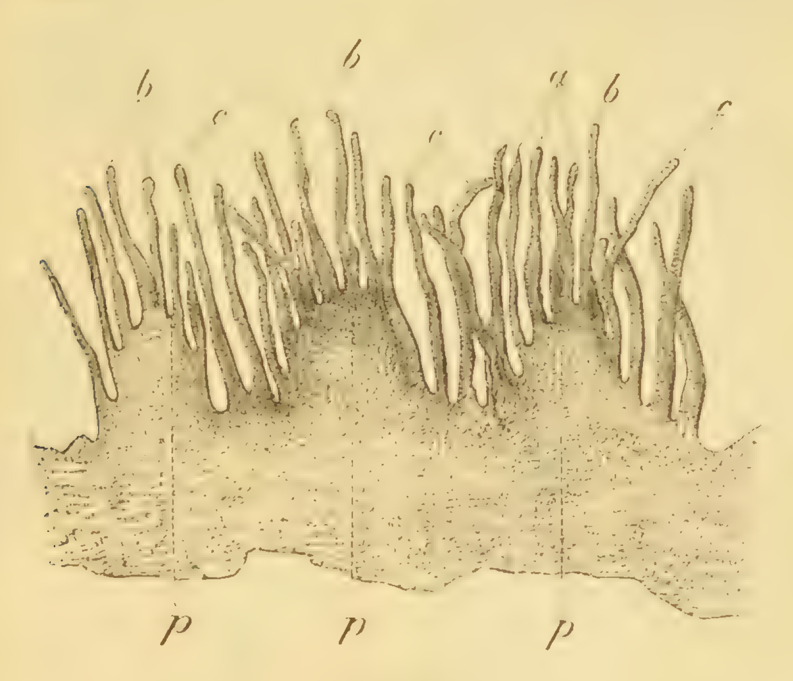


Fig. 153. Corpus papillare nach Entfernung des Epithels.

a) **Die cutanen Schleimhäute** werden so genannt, weil sie der äusseren Haut in ihrem Bau gleichen. Sie lassen eine aus fibrillärem, grobfaserigem, dicht gewebtem, verfilztem Bindegewebe bestehende, derbe Membrana propria erkennen, die auf ihrer Oberfläche, wenn das Epithel entfernt worden ist, dadurch uneben erscheint, dass sie kleine gestreckte, kegelförmige oder cylindrische Vorsprünge (Papillen) bildet (Corpus papillare) (Fig. 153). Die Papillen sind 20—50 μ breit und überragen das Niveau

der tunica propria in verschiedener Höhe, bis zu 300 μ. Das stratum epitheliale besteht aus vielfachen Lagen von Zellen (mehrschichtiges Plattenepithel), füllt die Zwischenräume zwischen den Papillen aus und überzieht deren Spitze noch mit mehreren Schichten (Fig. 154). Die unterste Schicht des Epithels sitzt auf einer Basalmembran; die obersten Zelllagen sind dem Verhornungsprocesse verfallen. In diesen Schleimhäuten kommen entweder keine Drüsen oder traubige oder geknäuelte Schleimdrüsen in der Submucosa vor, oder es münden Anhangsdrüsen (d. h. Drüsen, die ausserhalb der Wand der Schleimhaut liegen) auf ihre Oberfläche aus. Stets findet man Muskelfasern, die u. U. bis in die Papillen hinaufragen, in der propria mucosae und öfter liegt unter derselben auch eine muscularis mucosae. Wenn durch den Epithelüberzug auch die Propria-Oberfläche geglättet wird, so erscheinen dennoch die cutanen Schleimhäute auf ihrer Oberfläche oft sehr uneben, indem sie grosse,

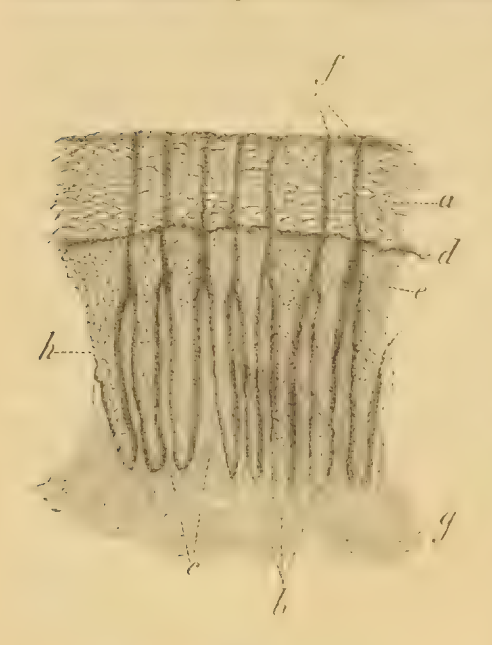


Fig. 154.
Corpus papillare mit Epithelüberzug.

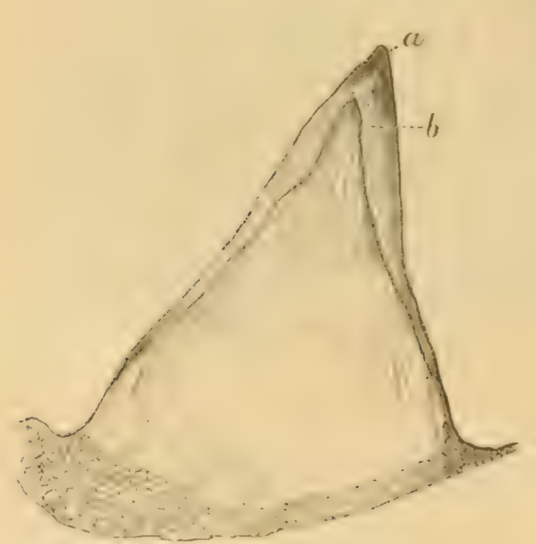


Fig. 155 Makroskopische Papille mit verhorntem Epithel.

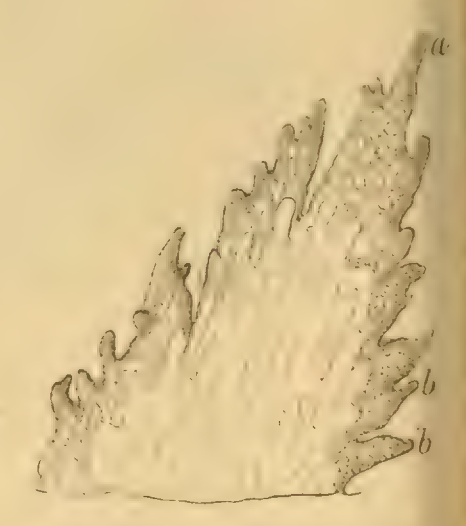


Fig. 156. Makroskopische Papille nach Entfernung des Epithels.

verschieden gestaltete, warzige und andere Vorsprünge (Fig. 155), die mit blossem Auge sichtbar (makroskopische Papillen) und ebenso wie die übrige Schleimhaut mit einem Corpus papillare ausgestattet sind (Fig. 154 u. 156), bilden. Nicht selten kommen auch falten-, leistenartige und

›latterige Schleimhautvorsprünge vor. Die cutanen Schleimhäute finden vir in der Maulhöhle, im Schlundkopf und Schlunde, in der linken Magenhälfte des Pferdes, in den Vormägen der Wiederkäuer u. s. w.

b) **Die echten Schleimhäute** besitzen eine weichere propria mucosae md ein in der Regel flimmerndes Cylinderepithel. Die Propria mucosae oder die Submucosa enthält kleine traubige oder Knäueldrüsen, welche ein schleimiges Secret auf die Oberfläche ergiessen. Diese Häute findet nan im Respirations-, Harn- und Geschlechtsapparat u. s. w. Die Uterusschleimhaut zeichnet sich insofern aus, als sie in ihrer reticulirt md z. Th. cytogen eingerichteten propria mucosae tubulöse Drüsen enthält und eine enorm entwickelte muscularis mucosae besitzt.



Fig. 157. Schleimhaut mit Zotten.

c) **Die anderen Schleimhäute** sind den echten Schleimhäuten ähnlich gebaut und von einem Cylinderepithel bedeckt. Das Stratum proprium baut sich in der Regel aus zartem reticulirten Bindegewebe auf und besitzt stets (in der Regel einfach tubulöse) Drüsen und wird auch stratum glandulare genannt. Das Vorkommen submucöser Drüsen ist bei diesen Häuten seltener, dagegen münden häufig Anhangsdrüsen (Leber, Pancreas) auf ihre Oberfläche aus. Das interglanduläre Propriagewebe ist unmittelbar an der muscularis mucosae rein fibrillär und locker ein-

gerichtet und wird erst gegen das Epithel hin reticulirt und cytogen. — Unmittelbar unter dem stratum glandulare, dicht an dem blinden Ende der Drüsenschläuche liegt die muscularis mucosae. Sie sendet Fasern in die Drüsenscheiden und in das Propriagewebe. Die Oberfläche dieser Häute ist oft uneben und zwar durch zarte, verschieden gestaltete fingerförmige, cylindrische, kegelförmige, seitlich abgeplattete, (sogar blattartige) Fortsätze (villi, Zotten, Fig. 157), die bis zu 1 *mm* lang und 100—500 μ breit sein können. Sie geben der Schleimhaut, weil sie über die Oberfläche vorragen und dicht gestellt sind, ein sammetartiges Ansehen. Ausserdem treten auch in längeren Zügen verlaufende, kamm- oder leistenartige Erhebungen, verstreichbare und nicht verstreichbare Falten und durch Einlagerung von Lymphfollikeln bedingte Höcker u. dgl. auf.

In allen Schleimhäuten kommen nicht selten lymphoide Gebilde vor als kleine rundliche, hirsekorngrosse in die Propria eingelagerte Follikel, die in ihrem Bau den Lymphdrüsen gleichkommen und entweder einzeln (solitäre Follikel) oder in Haufen auftreten (Peyer's Drüsen, Mandeln, Zungenbalgdrüsen) und als cytogenes Gewebe Lymphzellen produciren.

Die Schleimhäute enthalten Blutgefässe, Lymphgefässe und Nervengewebe. Die Stämme dieser Organe liegen in der Submucosa, die Verzweigungen und Capillargebiete in der Propria mucosae und reichen bis unter das Epithel und umspinnen die Drüsen. Von sonstigen Eigenschaften der Schleimhäute ist auch ihre Elasticität und Dehnbarkeit und ihre Farbe zu erwähnen. Letztere richtet sich nach dem Blutreichthum und der Dicke des Epithels und erscheint danach weiss, blass- oder rosaroth.

Die **Adventitien.** Es sind dies lockere, lacunäre hautartige Bildungen, welche andere Häute und Organe an die Umgebung befestigen (z. B. den Schlund, die Vagina, die Gefässe und Nerven). Auch die Submucosa der Schleimhäute und die Subcutis sind adventitielle Häute. Diese Bildungen sind meist stark mit Parenchymsaft durchfeuchtet, haben einen grossmaschigen, netzartigen Bau und bestehen aus verschieden dicken Bindegewebsbalken, die sich in allen Richtungen durchkreuzen und conjugiren und grössere Lacunen zwischen sich lassen; sie enthalten elastische Gewebe, Gefässe, Nerven und Ganglien.

d) **Die äussere Haut** (s. unten) ist ähnlich wie die cutanen Schleimhäute gebaut. Sie enthält aber Haare, Talg- und Schweiss-Drüsen d. h. Gebilde, welche den cutanen Schleimhäuten fehlen.

Andere Bindegewebshäute, die sich durch besondere Eigenschaften auszeichnen, sind noch die Cornea und Chorioidea des Auges, die pia mater des Gehirns und Rückenmarks. Das Periosteum, Perichondrium, die dura mater des Gehirns, können den fibrösen Häuten zugezählt werden.

3. Die drüsigen Organe im Allgemeinen.*)

Allgemeines. Unter wahren Drüsen versteht man morphologisch begrenzte, aus verschiedenen Geweben aufgebaute Organe, welche Hohl-

*) Drüsige Organe sind im Thierkörper sehr verbreitet und werden im speciellen Theile einer eingehenden Besprechung unterzogen werden. Es erscheint jedoch nothwendig, das Gemeinsame des Drüsenaufbaues und die allgemeinen Gesichtspunkte, unter denen die einzelnen Drüsen zu betrachten sind, hier übersichtlich darzustellen.

äume im Innern enthalten, die mit epithelioiden und archiblastischen Zellen (Parenchymzellen) tapeziert oder angefüllt sind und deren wesentlichste physiologische Leistung die Bereitung und Ausscheidung von

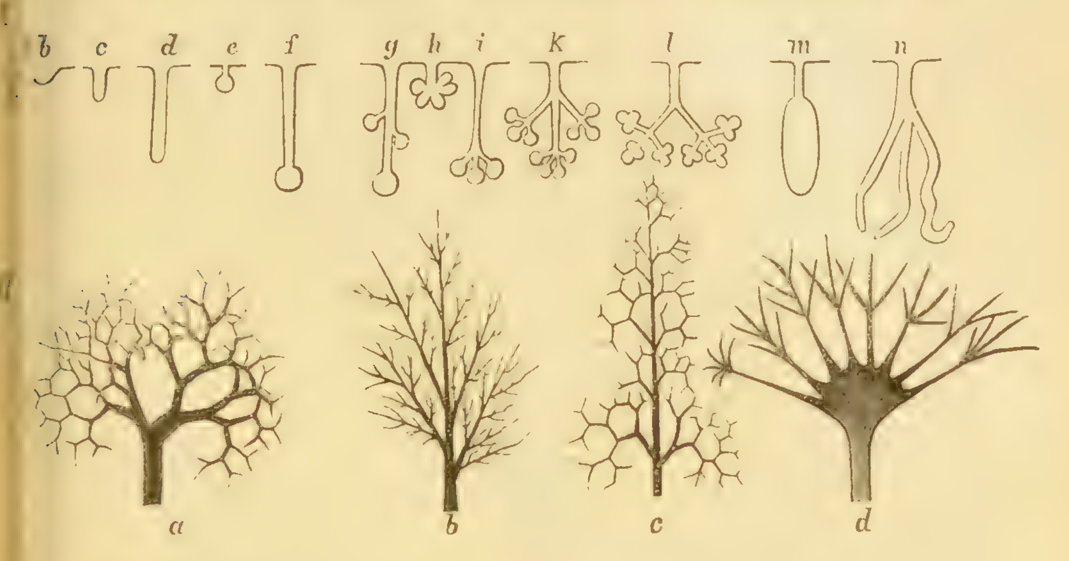


Fig. 158. Schema der Drüsenformationen (I) und der Drüsenausführungsgänge (II).

. *a*) Einzellige Drüse, *b*) Einstülpung der Oberfläche behufs Drüsenbildung, *c*) tiefere Einstülpung, *d*) einfachste tubulose, *e*) einfachste acinose Drüse, *f*) letztere mit längerem Ausführungsgange. *g* u. *h* u. *i*) Formen einfach acinöser Drüsen (*h* und *i* Primärlappchen einer zusammengesetzten Drüse), *k*) Secundärläppchen einer acinosen Drüse mit drei Primärläppchen, *l*) Tertiarläppchen mit zwei Secundärläppchen, *m* und *n*) tubulöse Drüsen.

I. *a*) Schema der dendritischen Verzweigung und *b*) der Abzweigung und *d*) der strauchartigen Verästelung der Ausführungsgänge. *c*) Combination der Verzweigung und Abzweigung.

gewissen meist durch specifische Bestandtheile charakterisirten Flüssigkeiten (Secreten) ist. Die Drüsenhohlräume sind entweder offen oder geschlossen und münden im ersteren Falle entweder ein jeder für sich nach aussen oder sie vereinigen sich in grösseren oder kleineren Mengen mit einander und stehen mit einem oder mehreren häutigen Kanälen, deren Hohlraum mit den Drüsenräumen communicirt und die auf freie Flächen von Häuten münden und dazu bestimmt sind, die Produkte der Drüsenthätigkeit abzuführen, in Verbindung.

Der Aufbau der einzelnen Drüsen ist im Speciellen ausserordentlich verschieden; trotzdem sind aber gewisse gemeinschaftliche morphologische Charaktere vorhanden, die sich auf die Natur der Drüsenzellen und die Art ihrer Anordnung zu typischen Primärformationen und ihre Beziehungen zu den Blutgefässen beziehen. — Die denkbar einfachste Drüse ist eine einzige, mit einer Oeffnung nach aussen mündende, secernirende Zelle; derartige Drüsen kommen bei niederen Thieren vielfach vor. Die einfachste Form einer mehrzelligen Drüse wird durch die sog. Krypten repräsentirt. Es sind dies einfache, kurze, mit Lumen und einer Oeffnung nach aussen versehene

Epitheleinstülpungen, d. h. kleine Zellsäckchen. Um den Begriff der Drüse zu vervollständigen, gehört hierzu noch ein das Säckchen umspinnendes Capillarnetz und eine als Drüsenbegrenzung und als Basalmembran der Zellen fungirendes Häutchen (membrana propria). Der Bau der Drüsen bezweckt wesentlich die Erreichung einer möglichst grossen secernirenden Oberfläche und eines möglichst grossen Schutzes der Zellen gegen äussere Einflüsse. Dieser Zweck wird in der Regel durch Bildung von schlauchartigen Einstülpungen erreicht, welche blasige Ausbuchtungen bekommen oder sich verzweigen oder sich schlängeln und aufknäueln u. s. w.

Bei der Beschreibung des Drüsenaufbaues haben wir zu betrachten: a) die Drüsenzellen, b) die Formung und Wandung der Drüsenräume, c) das Verhalten der Ausführungsgänge, d) das Stützgewebe derselben, e) die Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven.

a) **Die Drüsenzellen.** Es sind membranlose, weiche Zellen von archiblastischem Ursprunge, welche im Grossen und Ganzen die Eigenschaften der Epithelzellen besitzen. Sie sind bezüglich ihrer Formung, ihrer Structur, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften ausserordentlich verschieden unter einander. Sie vermitteln die Bereitung der Secrete und sind in der Regel die Producenten der charakteristischen Bestandtheile (z. B. der Fermente) derselben. Der Functionszustand der Drüsenzellen hat wesentlichen Einfluss auf die Form und die äussere Erscheinung derselben. Die Frage der Lebensdauer dieser Zellen ist noch nicht genügend geklärt. Ihre Gestalten sind ausserordentlich verschieden.

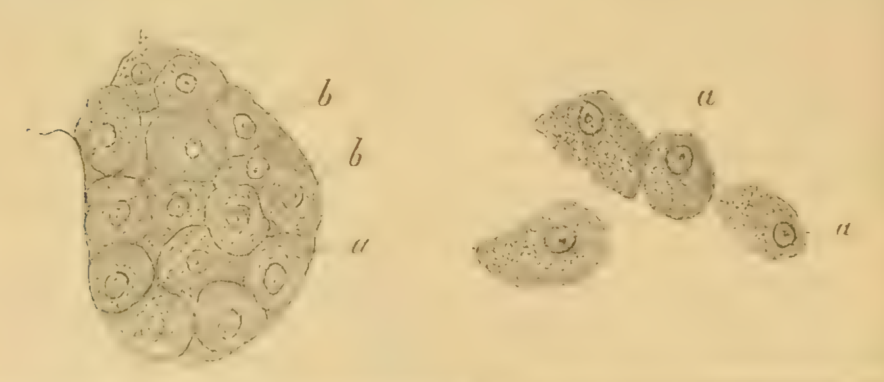


Fig. 159. Stark granulirte Drüsenzellen im Acinus. Fig. 160. Stark granulirte Drüsenzellen, in…

So sind sie in den Lungen so platt gedrückt, dass sie kaum nachweisbar sind, während sie in anderen Drüsen hohe pyramidale Zellen darstellen. Meist kommen sie als einschichtige Epithelien vor, ausnahmsweise aber auch in mehreren Schichten übereinander. Zuweilen finden sich nach aussen unter der Drüsenzellschicht noch kleine Randzellen, die zu Complexen vereinigt sind. Meist sind die Zellen derselben Drüse resp. derselben Drüsenabschnitte von gleicher Natur und richtet sich diese nach der Art der Leistung; in selteneren Fällen kommen aber auch verschiedenartige Drüsenzellen in demselben Drüsenabschnitt, ja in demselben Drüsenhohlraum vor. Die Drüsenfunction geht entweder mit vollständigem, oder theilweisem Untergang und Wiederersatz von Zellen einher oder sie erfolgt unter Intactbleiben derselben. Die Drüsenzellen erscheinen entweder nur als tapetenartige Wandbekleidung oder füllen die Hohlräume aus. Zuweilen kommen in der Mitte der Drüsenräume (speciell der Acini) einzelne spindelförmige oder verästigte Zellen vor, deren Fortsätze zwischen die

Secretionszellen hineinragen (centroacinäre Zellen, Langerhans) und die den Zellen des Ausführungsganges angehören.

Vorkommen der verschiedenen Zellformen: Einschichtiges Plattenepithel findet man zum Theil in den Magendrüsen, den Nieren, den Lungen, Cylinderepithel in den acinösen Drüsen und fast allen Ausführungsgängen, Flimmerepithel in den Uterindrüsen, geschichtetes Plattenepithel in den Talgdrüsen u. s. w.

b) **Die Drüsenhohlräume.** Die Drüsenzellen ordnen sich derart aneinander, dass sie die Wandung verschieden gestalteter mikroskopischer Hohlräume bilden, die in Form typischer Primärformationen in die Erscheinung treten. Zur Wandbildung der Hohlräume gehört aber ausser den Drüsenzellen noch eine erst secundär entstehende Membran (Glandilemma, membrana propria). Diese Haut erscheint meist als eine zarte structurlose, durchsichtige, elastische, selten als eine zellige oder faserige Membran; zuweilen ist sie durchlöchert und manchmal stellt



Fig. 161. Acini einer acinösen Drüse.

Fig. 162. Eine tubulöse Drüse.

Fig. 163. Querschnitt eines Drüsentubulus.

sie ein förmliches gegittertes, durchbrochenes Körbchen dar, welches sich aus Zellen und deren Fortsätzen oder aus Fasern aufbaut. Man bemerkt in oder an dieser Membran häufig Zellkerne. Die membrana propria ist nicht zu verwechseln mit den dieselbe verstärkenden Drüsenscheiden und den ihr zuweilen innen anliegenden besonderen Stützzellen, die mit ihren Fortsätzen zwischen die Drüsenzellen eingreifen, deren Präexistenz aber von Asp und Lawdowsky geleugnet wird. Aussen legt sich der membrana propria in der Regel fibrilläres Bindegewebe, das meist Muskelelemente enthält, scheidenartig an. Zwischen dieser Scheide und dem Glandilemma findet sich häufig ein Lymphraum (periglandulärer Lymphraum).

Die Primärform der Drüsenräume kann trotz aller Verschiedenheiten der Drüsen auf 2 Grundtypen zurückgeführt werden. Die Form

der Hohlräume nähert sich entweder der Kugelgestalt oder dem Cylinder und stellen sie demnach entweder Bläschen (Acini, Alveoli, Terminalbläschen oder Schläuche und Röhren (tubuli) dar. Hiernach theilt man die Drüsen ein in acinöse (Fig. 161) und tubulöse (Fig. 162). Manchmal kommen aber in derselben Drüse beide Arten von Hohlräumen combinirt oder neben einander vor.

So sind z. B. die Hohlräume der Lungen schlauchartig (trichterförmig), besitzen aber bläschenartige Ausbuchtungen. In anderen Drüsen finden wir schlauchartige Drüsenräume mit knopfförmigen blasigen Endungen; auch giebt es Drüsen, die sowohl Läppchen mit Acini als solche mit tubuli enthalten; ebenso kommt es vor, dass die Acini sich derartig zu ovalen, elliptischen Gebilden verlängern, dass sie die Mitte zwischen dem Acinus und tubulus halten (Fig. 164). In seltenen Fällen verschmelzen die Drüsenräume gruppen- oder läppchenartig unter Verlust der membranae propriae mit einander [Leber-Läppchen, lobuläre Drüse], sodass die Primärformation nicht mehr zu erkennen ist. Selbstverständlich sind die Bläschen der acinösen Drüsen nicht rein kugelig, sondern oval, elliptisch, eckig etc.; ebenso sind die Schläuche entweder durchgehend von demselben Caliber oder an einzelnen Stellen erweitert, an anderen verengt u. s. w.



Fig. 164. Durchschnitt durch eine gemischte Drüse. Die Acini haben sich zum Theil zu Tubuli verlängert. Links oben ist ein querdurchschnittener Ausführungsgang sichtbar.

3. **Die Ausführungsgänge.** Sie stellen Kanäle dar, welche eine häutige Wand besitzen und innen mit Epithel bekleidet sind. Die grossen Gänge bauen sich auf aus einer Schleimhaut, in der Regel einer Muskelhaut und einer bindegewebigen Adventitia und gehen in die Wand der Organe, auf deren Oberfläche sie ausmünden, allmählich über. Das Epithel wechselt nach der Grösse der Gänge, die kleineren besitzen ein plattes oder cubisches, die mittleren ein aus hohen Zellen bestehendes einschichtiges Cylinder- und die grossen ein mehrschichtiges Cylinder- oder Plattenepithel. In Bezug auf die Form und den Verlauf verhalten sich die Gänge wie folgt: Sie stellen entweder einfache, kürzere oder längere Canäle dar, denen ein oder mehrere Bläschen oder Schläuche aufsitzen oder sie verästeln und verzweigen sich und treten erst mit ihren Zweigen mit den Hohlräumen in Verbindung. Danach theilt man die Drüsen

ein in einfache und zusammengesetzte. Wir unterscheiden demnach 4 Arten von Drüsen: 1. einfach acinöse, 2. einfach tubulöse, 3. zusammengesetzt acinöse, 4. zusammengesetzte tubulöse Drüsen.

Die einfach acinöse Drüse besteht aus einem einfachen Ausführungsgange, dem direct ein Bläschen oder eine Gruppe solcher (ein Läppchen) aufsitzt. Auch dann, wenn der Gang sich plötzlich in eine Summe ganz kurzer Gänge, von denen jedem ein Bläschen aufsitzt, ausgeht, spricht man noch von einfach acinösen Drüsen (Fig. 158).

Bei den einfach tubulösen Drüsen geht der Gang direct ohne oder mit äusserlich bemerkbarer Formänderung in einen einfachen gestreckt verlaufenden Handschuhfinger ähnlichen oder gewundenen Schlauch über oder es sitzt ihm eine Gruppe von Schläuchen auf (Fig. 158 u. 167). Wenn der Schlauch sich aufrollt und aufknäuelt, was offenbar

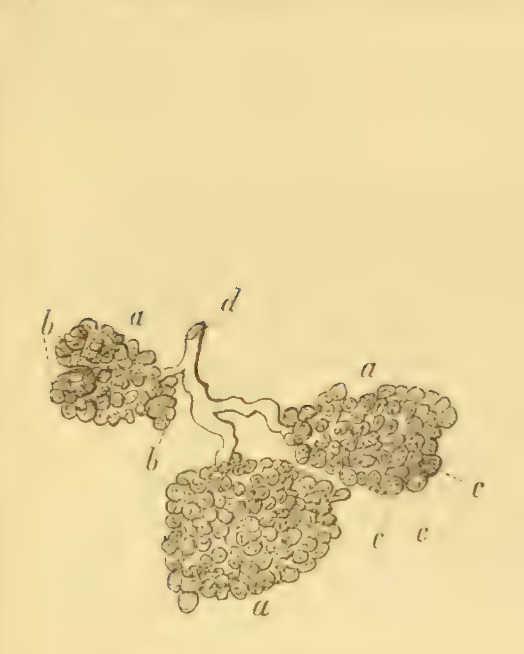



Fig. 165. Acinöse Drüse.


Fig. 166. Knäueldrüse.

beim Wachsthum dann eintreten muss, wenn sich der geradlinigen Verlängerung sowohl als der Theilung Hindernisse entgegenstellen, entsteht ein Glomus, d. h. es bildet sich die sog. Knäueldrüse aus (Fig. 166).

Die zusammengesetzten Drüsen zeigen eine bedeutende Verschiedenheit in der Art der Verästelung (Ramification) und dem Verhalten und Verlauf der Aeste und Zweige der Ausführungsgänge (cf. Fig. 158 II); entweder tritt eine echte Verzweigung mit fortwährender bi- oder trichotomischer Theilung ein (arborisation), oder der Hauptstamm bleibt erhalten und giebt nur Seitenzweige ab (Abzweigung) und verdünnt sich dabei, oder er löst sich plötzlich unter Umständen unter vorhergehender buchtiger Erweiterung in viele Aeste auf (strauchartiges Verhalten) oder es treten Combinationen in der Art ein, dass der Hauptgang Abzweigung und seine Aeste Ver-

zweigung oder strauchartige Verästelung zeigen u. s. w. Dabei verlaufen die Aeste gerade oder geschlängelt und zeigen Anastomosen unter einander (reticulirte Drüse) oder diese fehlen u. s. w. Von einigen Histologen sind für die grossen, mittleren und kleinsten Zweige besondere Benennungen eingeführt worden.

Den Terminalzweigen sitzen die betr. Drüsenbläschen oder Schläuche vereinzelt oder in Gruppen direct derart auf, dass ihr Hohlraum in den des Ganges übergeht. Die Gruppe von Bläschen oder Schläuchen, welche einem Terminalaste aufsitzt, wird Primärläppchen genannt. Indem sich eine Reihe dieser Primärläppchen dadurch, dass ihre ausführenden Gänge zusammen in ein grösseres Aestchen münden, zu einer grösseren Gruppe vereinigen, entsteht ein Secundärläppchen. Die Vereinigung der Ausführungsgänge dieser zu einem grösseren Aste bedingt das Entstehen von Tertiärläppchen u.s.w. Die Art der Lappenbildung und die Complicirtheit derselben hängt demnach wesentlich von der Art der Verästelung der ausführenden Gänge ab und kommen nur selten besondere, die Lappen-



Fig. 167. Querschnitt durch dicht gestellte einfache tubulöse Drüsen.

bildung modificirende Momente in Betracht. Bemerkenswerth ist noch, dass es vorkommt, dass eine Drüse nicht nur einen, sondern mehrere Ausführungsgänge hat und dass bei einigen Drüsen die Ausführungsgänge sich enorm, blasenartig innerhalb derselben erweitern und dadurch das geschilderte Schema des Drüsenaufbaues bedeutend alteriren. Zu den tubulösen Drüsen gehören: die Lieberkühn'schen und Brunner'schen Drüsen des Darms, die Magendrüsen, die Uterindrüsen, die Drüsen der regio olfactoria der Nasenschleimhaut, die Schweissdrüsen, die Nieren und Hoden. Ausserdem kann man noch die Leber und vielleicht auch die Lungen hierherrechnen. Zu den acinösen Drüsen rechnet man die Schleimdrüsen des Verdauungs- und Respirationsapparates, die aber zum Theil Knaueldrüsen sind, die Talgdrüsen, die Speicheldrüsen, die Thränen- und Milch-, die Cowper'schen und Bartholini'schen Drüsen. Die Stellung des Pancreas und der Lungen ist zweifelhaft.

Der Anfänger macht sich die beste Vorstellung von einer zusammengesetzten Drüse, wenn er sich als Schema einer solchen und zwar einer acinösen, eine Weintraube denkt. Die Beeren stellen die Acini und der Stiel mit seinen Aesten die Ausführungsgänge dar. Sobald man sich an Stelle der Beeren längliche Schoten denkt, hat man das Bild der tubulösen Drüse.

Das Erkennen der Drüsenart bietet manchmal einige Schwierigkeiten und kommen nicht selten Täuschungen vor. Die einfach tubulösen Drüsen stehen oft wie die Finger eines Handschuhes dicht nebeneinander eingelagert in Lücken der Schleimhäute. Ein Flächenschnitt

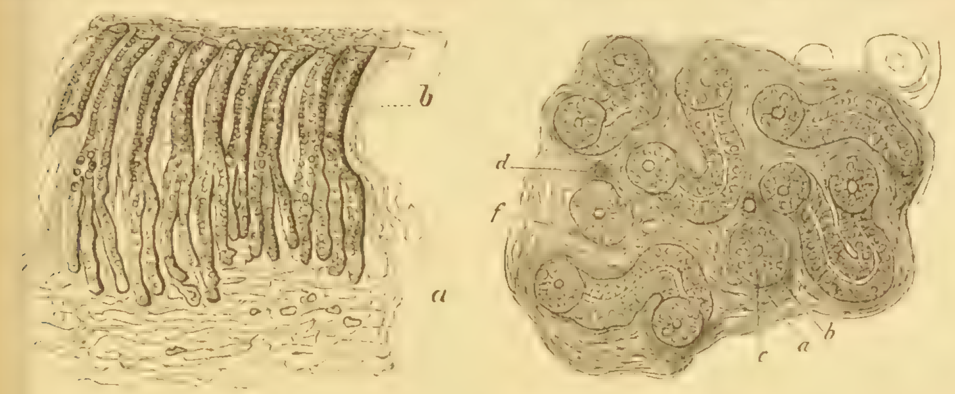


Fig. 168.
Längsschnitt zu einfach tubulösen Drüsen.

Fig. 169.
Querschnitt durch eine Knäueldrüse.

durch eine solche Schleimhaut trifft die Drüsenschläuche quer und liefert das Bild einer acinösen Drüse (Fig. 167). Hier schützen Schräg- und Querschnitte vor Täuschungen (Fig. 168). — Knäueldrüsen werden oft mit acinösen Drüsen verwechselt, wenn man Schnitte betrachtet, die quer, schräg oder längs durch den Knäuel geführt sind; man sieht dann oft nur rundliche, ovale, elliptische Hohlräume. Der Regel nach trifft man aber auch längs getroffene und gekrümmt erscheinende Räume an (Fig. 169). Daraus ergiebt sich die Natur der Drüse. Bei Anfertigung und genauer Durchmusterung mehrerer Schnitte kann eine Täuschung nicht mehr vorkommen. — Bezüglich der Topographie der Drüsen ist zu bemerken, dass die einfachen und kleinen Schlauchdrüsen im stratum proprium und die einfachen acinösen im stratum submucosum der Schleimhäute liegen, während im integumentum commune umgekehrt die acinösen Drüsen oberflächlicher liegen als die tubulösen Schweissdrüsen (Fig. 170). Die zusammengesetzten Drüsen liegen meist nicht in den Häuten der Hohlorgane, sondern



Fig. 170. Integumentum commune.
6. Die oberflächlichen Talg-, 7. die tiefer gelegenen Schweissdrüsen.

ausserhalb derselben und werden deshalb als Anhangsdrüsen bezeichnet, während die einfachen auch Wanddrüsen genannt werden.

Eine eigene Stellung unter den Drüsen nehmen in Bezug auf das Verhalten des Ausführungsganges und der Drüsenräume die **Ovarien**, die **Schilddrüse** und die vorderen Lappen des **Gehirnanhanges** ein. Diesen Drüsen fehlt ein Ausführungsgang. Ihre Drüsenräume sind demnach geschlossen. Beim Eierstock platzen dieselben zu einer gewissen Zeit ihrer Entwickelung und entleeren ihren Inhalt, der durch einen accessorischen Gang fortgeführt wird. —

4. **Das Stützgewebe.** Bei den einfachen tubulösen und acinösen Drüsen kommt ein besonderes Stützgerüst kaum in Betracht. Als solches fungirt das Gewebe, in welchem sie liegen und die membrana propria. Der Regel nach liegt allerdings um diese Drüsen noch eine besondere, bindegewebige, elastische und oft auch contractile Elemente und das Capillarnetz enthaltende Scheide.



Fig. 171. Schweissdrüse mit *c* den Gefässen des Glomus.

Die zusammengesetzten Drüsen werden von einer bindegewebigen, Gefässe und Nerven und oft auch musculöse Elemente führenden Hülle umgeben und alle Lücken und Zwischenräume zwischen den acini resp. tubuli, zwischen den Läppchen und Lappen werden durch Bindegewebe ausgefüllt. In den Primärläppchen findet sich nur sehr wenig Interstitialgewebe, weil die Bläschen oder Schläuche dicht an einander liegen; zwischen den Primärläppchen kommen schon stärkere Bindegewebszüge vor und zwischen den Tertiärlappen etc. finden sich starke Bindegewebsbalken. Das interstitielle Gewebe umhüllt also jedes Läppchen und jeden Lappen und bildet um diese, wie auch um die Ausführungsgänge, um die acini und tubuli förmliche Scheiden und füllt die zwischen ihnen bleibenden Lücken aus und bildet demnach ein maschiges Balkengerüst. Das interstitielle Gewebe kommt in manchen Drüsen in grosser, in anderen in ganz unbedeutender Menge vor.

5) Die **Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven** verlaufen in dem Interstitialgewebe und verästeln sich mit demselben, so dass mit dem Kleinerwerden der Balken auch ein Kleinerwerden der Gefässe und Nerven Hand in Hand geht Schliesslich gelangen die Gefässe und Nerven mit ihren Endzweigen an die Hohlräume Die Blutgefässe, die immer in reicher Menge in den Drüsen vorkommen, umspinnen die Bläschen und Schläuche in Form engmaschiger, korbartiger Netze (Fig. 171) derart, dass sie den Drüsenzellen möglichst naheliegen, so dass diese mit einer Seite den Gefässcapillaren und mit der anderen dem Drüsenlumen zugekehrt sind. Aus den Capillarnetzen, die durch zuführende Gefässe gebildet werden, entspringen wieder abführende Gefässe. Die eintretenden Gefässe bilden aber nicht blos Capillarnetze für die Secretionszellen (functionelles Capillargebiet), sondern auch für das interstitielle Gewebe, die Gefässwände und dgl. (nutritive Capillarnetze). Oft sind zwei Arterien für eine Drüse vorhanden, die eine bildet das nutritive, die andere das functionelle Capillargebiet (Lunge, Leber). Bei den einfachen acinösen und tubulösen Drüsen stammt das sie umspinnende Capillarnetz von Zweigen der Gefässe der betr. Organe, in denen die Drüschen liegen.

Die Lymphgefässe verhalten sich verschieden. Meist scheinen sie mit peritubulären oder periacinösen Räumen und interstitiellen Gewebsspalten zu entspringen. Die weitere Forschung muss in dieser Richtung noch Aufklärung schaffen.

Die Endigung der Nerven ist bei den meisten Drüsen noch unbekannt (cf. vorn).

Von Alters her werden verschiedene Organe als Drüsen bezeichnet, die aber thatsächlich keine sind, weshalb sie auch falsche oder unechte Drusen genannt werden. Dahin gehören z. B. die Lymphdrüsen, die Milz, die Nebennieren, die Thymusdrüse, die Mandeln u. s. w. Diese Organe haben einen parablastischen Ursprung, communiciren nicht mit der inneren oder äusseren Körperoberfläche und besitzen keine Ausführungsgänge. Sie haben Beziehungen zu Blut und Lymphe und erscheinen abführende Blut- und Lymphgefässe gewissermassen als ihre Ausführungsgänge.

Die wahren Drüsen sind archiblastischen Ursprunges und besitzen ein bedeutendes Regenerationsvermögen. Das Nähere über diese Verhältnisse wird bei Besprechung der einzelnen Organe abgehandelt.

Die echten Drüsen haben sämmtlich die Function der Abscheidung von Stoffen, die nicht zur Gewebsformation dienen und die entweder für den Organismus unbrauchbar sind (Excrete) oder für den Körper noch Verwerthung finden (Secrete). Die Produktion dieser Secrete findet entweder aus den dem Blute entnommenen Bestandtheilen unter activer Bethätigung der Zellen statt, oder die Secrete sind einfache Filtrate aus dem Blute (Transsudate) oder die Drüsenzellen werden selbst, indem sie sich in bestimmter Art umandern und ganz oder theilweise zu Grunde gehen, zum Secrete.

B. Specielle mikroskopische Organologie.

1. Der uropoetische Apparat.

Von

J. Tereg,

Docent an der Thierarzneischule zu Hannover.

Die Hauptorgane des uropoetischen Systems sind die Nieren (Renes). Diese Organe stellen tubulöse Drüsen dar, deren Function in der Harnbereitung besteht. Der gebildete Harn fliesst durch den Harnleiter (Ureter) nach einem Reservoir, der Harnblase (Vesica urinaria), um von hier durch periodische Entleerungen aus dem Körper entfernt zu werden. Der Abflusscanal, welcher von der Blase nach Aussen führt, heisst Harnröhre (Urethra). In der Nachbarschaft der Nieren liegen Organe, welche den Namen Nebennieren führen (Glandulae suprarenales). In irgend einem functionellen Zusammenhang mit dem uropoetischen System stehen sie nicht; ihre Zugehörigkeit ist nur von anatomischen Gesichtspunkten aus zu betrachten.

1. Die Nieren.

Makroskopisches. Werden die Nieren durch einen Schnitt in der Horizontalebene halbirt resp. beim Rind ein einzelner Nierenabschnitt entsprechend getheilt, so fallen in dem Nierenparenchym drei verschieden gefärbte Zonen auf. Der äussere gelbbraune Abschnitt wird Rindensubstanz (Substantia corticalis Fig. 172 *R*) genannt. In ihr unterscheiden wir hellere gradlinige resp. bogenförmig gekrümmte Streifen, die Pyramidenfortsätze (Henle) oder Markstrahlen *M st.* (Ludwig) und eine zwischen diesen Markstrahlen gelegene röthlich gefärbte Füllungsmasse, welche mit zahlreichen punctförmigen rothen Körnchen durchsetzt ist. Diese Masse heisst Labyrinth (*L*); die rothen Pünctchen sind die Malpighischen Körperchen. Die mittlere rothbraun aussehende Schicht (Grenzschicht der Marksubstanz Gr. Henle) lässt ebenfalls abwechselnde dunklere und hellere Streifen erkennen. Erstere werden gebildet durch die Gefässbüschel der Vasa recta, die letzteren durch die Fortsetzungen der Markstrahlen nach der Papille hin. Am weitesten nach innen gelegen findet sich eine weissgelbe Schicht des Nierenparenchyms, die Markschicht (Substantia medullaris, *M.*), welche in die Papille resp. die Nierenhörner *H.* (Recessus cribrosi, P. Müller) ausstrahlt. Diese Recessus sind beim Pferd am umfangreichsten. Im leeren Zustande liegen die Wände desselben dicht aneinander. Der Ausguss hat

; Form einer Keule, deren dickeren Theil das Ende des Recessus entspricht. In der
tte des von den Ausführungsgängen der Harncanälchen durchbohrten Theils der Papille
em Porenfeld, Area cribrosa, cribrum benedictum aut.) findet sich zuweilen ein taschen-
tiger Hohlraum (Recessus medius). Die Recessus laterales kommen beim Hund constant,
eim Schaf zuweilen vor und sind bei letzteren Thieren verhältnissmässig kurz. Die
apille, jener Theil der Marksubstanz, welcher frei in das Nierenbecken hineinragt
ars pelvina subst. med. bildet entweder einen einzigen zusammenhängenden Haupt-
ulst (Torus renalis, P. Müller), von welchem unter verschiedenen Winkeln bei
anchen Thieren (Hund, Schaf) Nebenwülste abgehen, oder es sind kegel- resp.
ramidenförmige Papillen in grösserer Zahl vorhanden. Letzteres ist beim Schwein
nd Rind der Fall. Dadurch, dass der Zubehör der in einer Papille ausmündenden
arncanäle beim Rind auch äusserlich abgegrenzt erscheint, gewinnt die Niere dieses

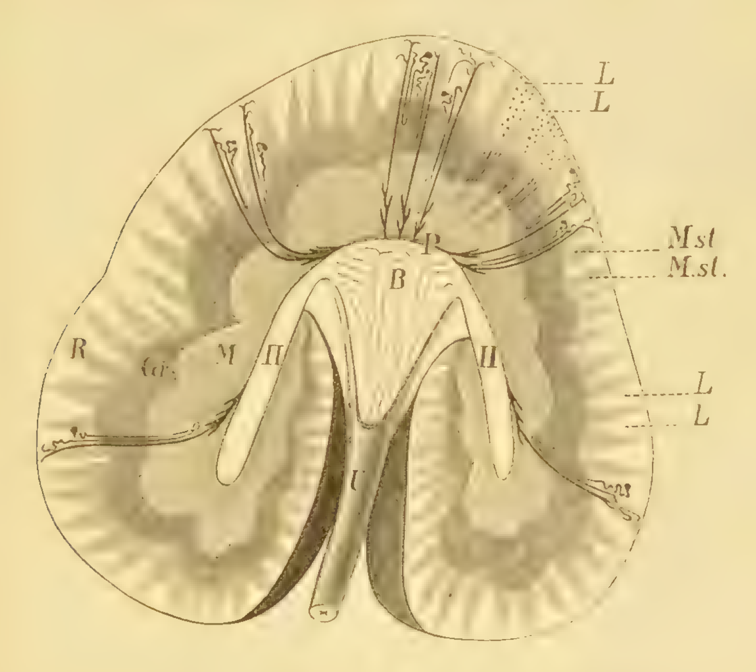
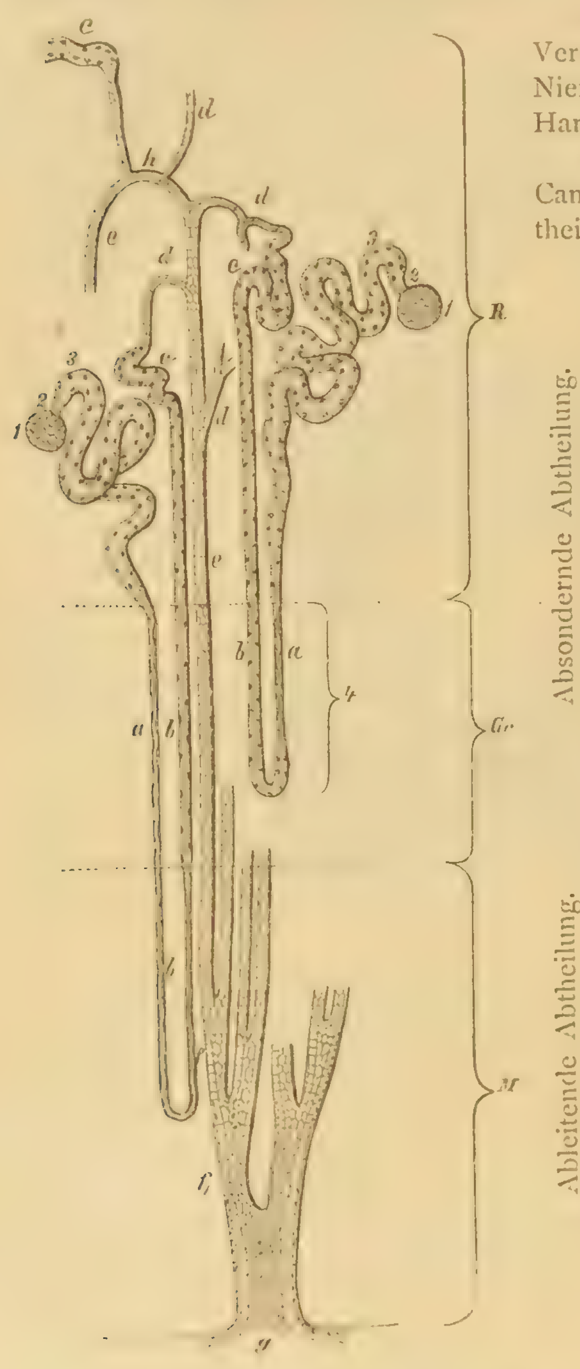


Fig. 172. Schema des Baues der Pferdeniere.
R = Rindensubstanz, *G* = Grenzschicht der Marksubstanz, *M* = Marksubstanz,
H. H = Nierenhörner, *B* = Nierenbecken, *P* = Papille, *U* = Ureter, *Mst.* = Markstrahlen,
C = Labyrinth (*Mst.* und *L* sind breiter gehalten als der Wirklichkeit entspricht).

Thieres ihr eigenthümliches Aussehen. Die Marksubstanz besteht im Wesentlichen
aus denselben Bestandtheilen als die Grenzschicht, nur fehlen die rothen Zwischen-
treifen, daher die blassere Färbung. Es lassen sich die Markstrahlen der Rinde in
hrer gegenseitig nach der Papille resp. den Hörnern convergirenden Richtung bis in
die genannten Theile verfolgen. Jeder dieser durchgehenden Streifen bildet eine
Ferrein'sche Pyramide.

Die Grenzschicht läuft nicht der Nierenoberfläche parallel, sondern bildet Bogen,
welche mit ihrer Convexität nach der Rinde gelegen sind. Diese Bogen stellen die
Basis für die Malpighi'schen Pyramiden dar. Als Seiten dieser auf dem Schnitt
dreieckiger Figuren sind die von den Endpunkten des Bogens nach dem Mark ab-
gehenden Ferrein'schen Pyramiden anzusehen.

Mikroskopisches. Die Hauptmasse des gesammten Nierenparenchyms besteht aus den harnabführenden Wegen, mit welchen die Blutgefässe in innige Verbindung treten.



Es empfiehlt sich für das Verständniss des Aufbaues der Niere zunächst den Verlauf der Harncanälchen ins Auge zu fassen.

An jedem der genannten Canäle lassen sich folgende Abtheilungen unterscheiden.

Absondernde Abtheilung.

1. Müller'sche Kapsel (den Glomerulus enthaltend; beide zusammen bilden ein Malpighisches Körperchen.
2. Hals.
3. Gewundenes Canalstück (Tubulus contortus).
4. Schleifenförmiges Canalstück (Tubulus laqueiformis s. Henleianus),
   - a) Schmaler absteigender Theil,
   - b) Breiter aufsteigender Theil,
   - c) Schaltstück.

Ableitende Abtheilung.

5. Ausführendes Canalstück (Tubulus rectus s. Bellinianus),
   - d) Verbindungs-Canälchen,
   - e) Sammelcanal erster Ordnung,
   - f) Sammelcanäle höherer Ordnung,
   - g) Papillenmündung.

Fig. 173. Schema des Verlaufes der Harncanälchen.
R = Rindensubstanz, *Gr* = Grenzschicht, *M* = Marksubstanz. *1.* Müller'sche Kapsel mit Glomerulus, *2.* Hals, *3.* Tubulus contortus, 4. Henle'sche Schleife. *a*) absteigender, *b)* aufsteigender Schenkel, *c*) Schaltstück, *d*) Verbindungscanälchen, *e*) Ductus rectus, *f*) Ductus recti zweiter, dritter Ordnung, *g*) Papillenmündung. [illegible]

1. Die **Müller'schen***) **Kapseln** sind ausschliesslich im Labyrinth gelegen und entsprechen in ihrer Form entweder Hohlkugeln oder Ellipsoiden. Letztere kommen vorzugsweise in den äusseren Rindenschichten des Pferdes vor; die grosse Axe liegt parallel der Nierenoberfläche; pyramidenförmige Kapseln wie sie bei verschiedenen Nagern vorhanden sind, finden sich bei den Hausthieren nicht. Ueber die Grössenverhältnisse der Kapseln bei den hier in Frage kommenden Thiergattungen, wie über die Durchmesser der einzelnen Canalabschnitte folgen nähere Angaben im Zusammenhang weiter unten. Die Kapsel besteht aus einer Grundmembran, in welcher es durch Carminfärbung zuweilen gelingt einen Kern sichtbar zu machen; dasselbe leistet auch Jod-Jodkaliumlösung, welche an der gewöhnlich structurlos erscheinenden Hülle der Membrana propria der Canälchen Kerne sichtbar macht. An der Innenseite der Kapsel liegt ein polyedrisches, fast regelmässig sechsseitiges Epithel mit grossem, grob granulirten, kreisrunden oder ovalen Kern (Fig. 174). Beim Pferd, Rind und Schaf liege der Kern in der Mitte, beim Hund und Schwein in einem Winkel der Zelle und zwar derart, dass die Kerne von je 3 bis 4 benachbarten Zellen gruppenweise neben einander gelegen sind. Im fötalen Zustand ist das Epithel noch cubisch. Bei neugeborenen Thieren haben sich die Zellen schon abgeflacht, der Kern prominirt jedoch noch ziemlich stark. Die Kerne erwachsener Thiere erscheinen im Querschnitt als schmale Spindeln.

Der in der Müller'schen Kapsel gelegene Glomerulus wird bei den Blutgefässen näher besprochen werden.

2. Die nächstfolgende Abtheilung der Harncanälchen, der Hals, ist sehr kurz und noch mit demselben Epithel ausgekleidet, welches die Kapsel trägt. Die Membrana propria setzt sich von der Kapsel aus auch auf den Hals fort und bildet bis in die Ductus papillares hinein die äussere Hülle eines jeden Harncanals, welcher in continuo einen Schlauch mit welchselndem Caliber darstellt. Die Bezeichnung des Halses als besonderen Canalabschnittes wird durch die ungleich grössere Bedeutung, welche dieses Schlauchstück bei niederen Wirbelthieren gewinnt, gerechtfertigt.

3. Die gewundenen Canalstücke bilden einen Bestandtheil des Labyrinths und fast ausschliesslich die äusserste Rindenschicht (Cortex corticis Hyrtl); nur sehr vereinzelte Malpighi'sche Körperchen liegen dicht unter der Kapsel. Der Querdurchmesser beträgt den dritten bis vierten Theil des Durchmessers der Kapsel. Das Lumen ist eng, mitunter durch feinkörnige Massen verdeckt (Fig. 175). Ausgekleidet wird dieser Abschnitt durch ein in einzelne Stäbchen differenzirtes Epithel (Stäbchenepithel Heidenhain), in welchem bei Fleischfressern häufig Fetttröpfchen auftreten. Die Kerne sind kugelig und der Grösse nach

*) Anmerkung. Nach ihrem Entdecker Joh. Müller (1830) benannt, werden dieselben auch vielfach nach Bowman (1842) bezeichnet, welcher den Zusammenhang mit den Harncanälchen eruirte.

verschieden. Die grösseren durch Haematoxylin schwächer gefärbten Kerne enthalten gröbere Körnchen; die kleineren färben sich tief dunkel. Um dieselben liegt eine mehr oder weniger unregelmässig geformte Protoplasmazone. Die Zellgrenzen heben sich beim Pferd deutlicher ab als bei den übrigen Hausthieren. Das geeignetste Mittel, um die Stäbchen sichtbar zu machen, besteht in der Behandlung frischen Materials mit 5 pCt. neutralem chromsauren Ammoniak.

4. Der Uebergang des Tubulus contortus in das schleifenförmige Canalstück erfolgt nicht plötzlich, sondern allmählich (cf. Fig. 173).

a) Der schmale Schleifenschenkel (Fig. 176) besteht aus platten,

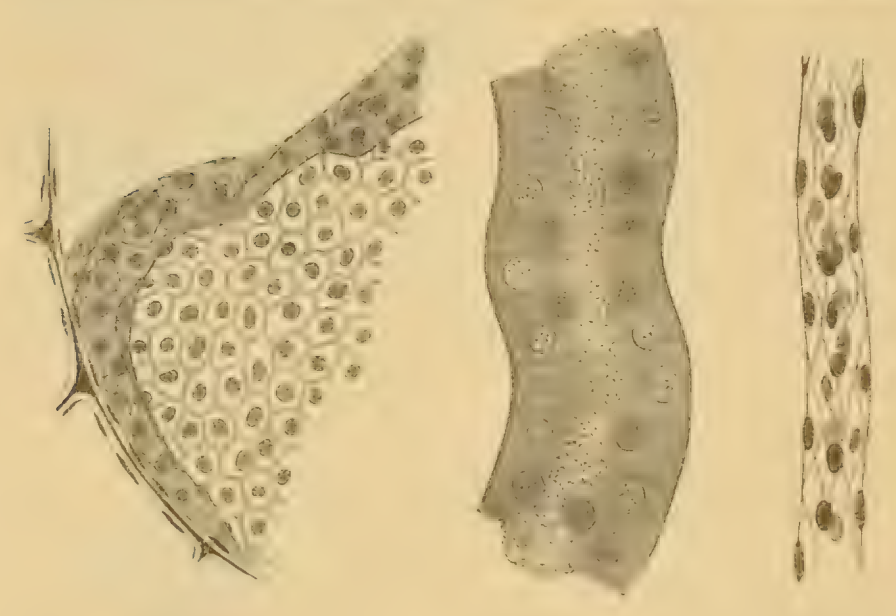


Fig. 174. Müller'sche Kapsel vom Pferd $^{250}/_1$.

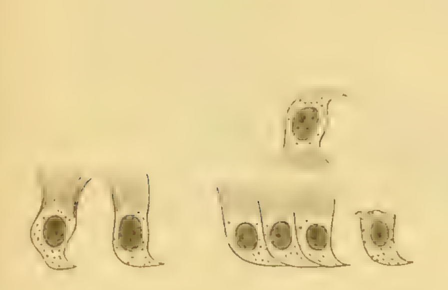
Fig. 175. Tubulus contortus der Hundeniere. Chromsaures Ammoniak und Alkohol (nach Heidenhain).

Fig. 176. Schmaler Schleifenschenkel vom Pferd $^{250}/_1$.

spindelförmigen Zellen, welche sehr leicht durch Maceration in der Losung des oben erwähnten Chromsalzes isolirt dargestellt werden können. Im Zusammenhang sind die Zellgrenzen nicht immer deutlich zu erkennen. Das Protoplasma des Zellleibes ist durchscheinend. Der kugelige, granulirte Kern prominirt nicht sowohl nach dem Lumen des Canals, sondern auch nach der Aussenfläche zu. Der Uebergang des schmalen Theils in den breiten erfolgt an denjenigen Canälchen, welche von den peripheren Nierenabschnitten herkommen, gewöhnlich noch im absteigenden Theil und liegen die eigentlichen Schleifen innerhalb der äusseren Abschnitte der Grenzschicht. Die Antheile der breiten Schleifenschenkel an dem absteigenden sind ziemlich lang und werden kurzer, je weiter die Schleifen nach der Papille zu vorrücken. Je tiefer nämlich die Malpighi'schen Körperchen liegen, desto tiefer reichen die Schleifen

in die Marksubstanz hinein. Bei diesen in der Nähe der Papille befindlichen Schleifenstücken gestaltet sich das Verhältniss derart, dass der schmale Canal sich durch die Schleife in den aufsteigenden Schenkel fortsetzt. Bei den Thieren mit einfachen Papillen (Rind, Schwein, Katze) erstrecken sich die Schleifen bis in nächste Nähe der Papille. Beim Pferd, Schaf, Ziege, Hund reichen sie weniger weit herab. Die an den Seiten der Nierenhörner, reichen bis in diejenige Gegend, wo die Tubuli recti eine von dem ursprünglichen Verlauf abweichende Richtung annehmen, um schräg in die Hörner einzumünden.

b) Die breiten Schleifenstücke gehen ebenfalls, ohne plötzlichen Absatz aus den schmalen hervor, in gleicher Weise als diese aus den tubulis contortis. Die Breite beträgt ungefähr das Doppelte des absteigenden Schenkels. Die Zellen erscheinen verhältnissmässig schmäler als die der tubuli contorti und decken sich gegenseitig in etwas schräger Richtung. Vielfach ist diese dachziegelartige Schichtung jedoch nicht vorhanden. Die aufsteigenden Schleifenschenkel kehren sämmtlich nach der Rinde zurück, um daselbst



Fig, 177.
Isolirte Zellen der Schaltstücke aus der Pferdeniere (5 pCt. chromsaures Ammoniak) $^{500}/_{1}$.



Fig. 178. Verbindungscanälchen aus der Pferdeniere (optisch halbirt) $^{250}/_{1}$.

c) die Schaltstücke zu bilden. Auch hier besteht die Epithelauskleidung aus Stäbchenzellen, deren grosser granulirter Kern mit einer Protoplasmazone umgeben ist, welche beim Pferde den grösseren Theil der Zelle bildet. Das periphere innere solide protoplasmatische Ende ist umgebogen und wird durch die Nachbarzellen gedeckt (Fig. 177). Die Länge der Schaltstücke ist viel geringer als die der Tubuli contorti, mit welchen sie grosse Aehnlichkeit besitzen. Oft sind nur 1—2 Windungen vorhanden. Hieran reihen sich

5. die ausführenden Canalstücke.

d) Das kurze Verbindungsstück ist der Form seiner epithelialen Auskleidung wegen mit hierher zu rechnen (Fig. 178). Die Zellen stimmen mit denen der Tubuli recti insofern überein, als sie auch polygonale, helle nicht differencirte Elemente darstellen, welche sich nur

durch ihre geringere Höhe von denen der geraden Canälchen unterscheiden; fast nähern sie sich dem Pflasterepithel. Das Pferd und Schwein besitzt relativ lange Verbindungsstücke.

e) Die Sammelcanäle erster Ordnung bilden die Grundlage für die Markstrahlen. Ihr Verlauf ist ein geradliniger. Diejenigen, welche in ihren Verlängerungen in die Seiten der Hörner einmünden oder wie bei der Katze aus den entfernteren Nierenabschnitten zur Papille gelangen, knicken sich in der Marksubstanz in einem mehr oder weniger stark gekrümmten Bogen von dem ursprünglichen Verlauf ab. An den Seiten des graden Rohres münden die Verbindungsstücke. Das obere nach der Rinde zu gelegene Ende der Tubuli recti verhält sich verschieden. Die in der Mitte der Markstrahlen gelegenen Tubuli recti entstehen durch Confluenz mehrerer Verbindungsstücke. Die an den Seiten gelegenen wenden sich bogenförmig um, entweder gegen den andern Rand des nämlichen oder gegen den benachbarten Rand des nächsten Pyramidenfortsatzes, so dass die beiden Schenkel je eines Bogens entweder einen Markstrahl oder ein Labyrinthsegment zwischen sich fassen. Diese Bogen nennt Henle Arcaden (cf. Fig. 173 h). Diese Arcaden nehmen gleichfalls Verbindungsstücke auf. Beim Pferde findet man Röhren, welche sich ohne Veränderung des Durchmessers theilen und

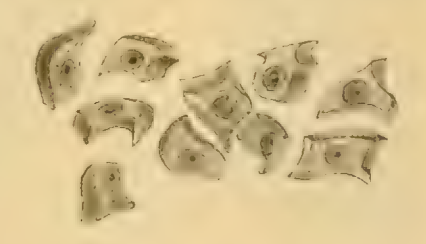


Fig. 179. Epithel aus einem Tubulus von der Rinde (Pferd). Vergr. 300/1.

entweder beide nach derselben oder nach je einer entgegengesetzten Seite umbiegen. Das Caliber der nach dem Mark zurückkehrenden Tubuli bleibt sich überall gleich und verhalten sich dieselben weiterhin ebenso, wie die übrigen in der Nähe der Papille. Dort tritt eine Verschmelzung der Sammelröhre ein und zwar constant von je zwei derselben.

f) Zuerst fliessen auf diese Weise alle Sammelröhren zusammen, welche in einem Markstrahl neben einander lagen, dann aber verschmelzen auch die Hauptröhren der benachbarten Markstrahlen untereinander. Die letzten auf diese Weise entstandenen weiten Gänge heissen Ductus papillares. Hieraus folgt, dass die Ferrein'schen Pyramiden nicht dem gesammten Zubehör zu einem Warzchencanal entsprechen können (Franck); der gesammte Zubehör bildet mehrere Ferrein'sche Pyramiden. Die Mündungen der in der Area gelegenen Ductus sind bisher als Foramina papillaria bezeichnet worden. P. Müller nennt dieselben Poren und constatirt, dass die Ductus papillares meist zu zwei oder drei in den länglich ovalen (Fleischfresser), muldenförmigen (Rind)

oder schlitzförmigen Grübchen (Pferd, kleine Wiederkauer) ausmünden (Foveolae, Fissurae).

Das Epithel der Tubuli recti ist in denen der Rinde ein unregelmässig cubisches, mit rundem, inmitten der Zelle gelegenen Kern. (Fig. 180.) Beim Schwein und den Fleischfressern sind ausgezackte Fussplatten vorhanden, durch welche die Zellen gegenseitig verschränkt werden. Je weiter man die betreffenden Röhren nach abwärts verfolgt, desto höher werden die Zellen, bis dieselben schliesslich in den Ductus papillares als hohe, fast regelmässige sechsseitige Cylinderzellen mit zum Theil unregelmässigem, wandständigen Kern erscheinen. Durchgängig

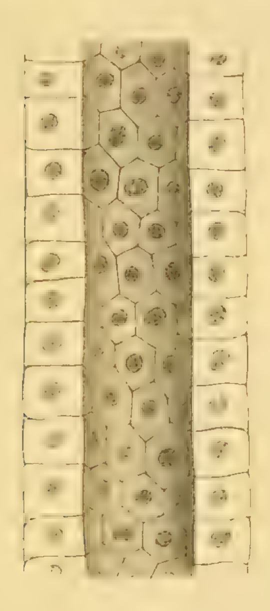


Fig. 180. Tubulus rectus aus dem Anfangstheil der Marksubstanz. Vom Pferd. Hämatoxylinpräparat (optisch halbirt) $^{250}/_{1}$.



Fig. 181. Epithel aus einem Tub. r. der Marksubstanz (Pferd). Vergr. $^{250}/_{1}$.

finden sich die hohen Zellformen mit mehr oder weniger breiten Fussplatten versehen. Von den Vereinigungsstellen der Tubuli recti zu Sammelröhren zweiter Ordnung angefangen, mischen sich den prismatischen Zellen Becherzellen bei, welche nach den Foramina hin häufiger werden und schliesslich in zusammenhangenden Zügen auftreten. P. Müller fasst diese Zellen als »stützende Elemente« auf. Beim Rind und Hund fehlen dieselben, wohingegen sie bei den kleinen Wiederkäuern und dem Schwein vorkommen. Diese gemischte Zellschicht setzt sich auf die freien dem Nierenbecken resp. dem Lumen der Hörner zugewendeten Flächen der Bindegewebspfeiler, welche die Ductus papillares von einander trennen, fort und überzieht in continuirlicher Schicht die freien Seiten der Papille.

Das Epithel des Porus ist mehrschichtig, auch im Bereich der Area; in den Rinnen und Anfängen der Ductus ist das Epithel ebenfalls mehrschichtig, nach der ersten Theilung in den Ductus zweischichtig, zuletzt

einschichtig. Dies gilt für das Pferd, zum Theil auch für das Schwein; bei den kleinen Wiederkäuern und den Fleischfressern; zumeist auch bei Schweinen kommt in den Ductus nur bis zur ersten Theilung zweischichtiges Epithel vor.

Das mehrschichtige Epithel besteht in der tiefsten Lage aus niedrigeren, zwischen die schmalen Cylinderzellen eingedrängten Elementen. Nur beim Pferd sind in der tiefen Schicht ausschliesslich hohe Cylinder-

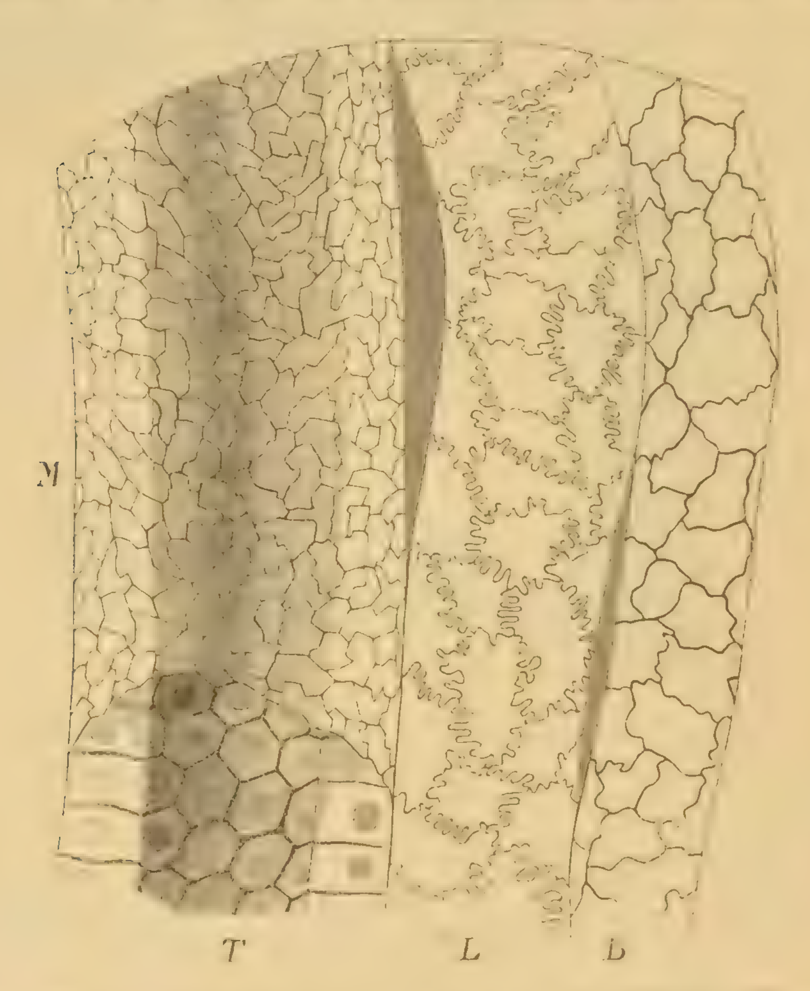


Fig. 182. Silberpräparat aus der Marksubstanz der Pferdeniere $^{250}/_{1}$.
T = Tubulus rectus II. Ordn., *M* = Membrana propria desselben, *L* = Lymphcapillare. *B* = Blutcapillare.

zellen vorhanden. Die äusserste Schicht wird durch platte, meist undeutlich contourirte Zellen gebildet, welche fast den Eindruck eines Saumes der Cylinderzellen machen.

Die Membrana propria der Harncanälchen ist auch in den Ductus vorhanden, liegt aber daselbst dem Bindegewebe fest auf. Dieselbe ist nicht structurlos wie bisher angenommen wurde, sondern besteht aus gradlinig begrenzten unregelmässigen Zellpolygonen, welche kleiner sind

als die Endothelien der Lymph- und Blutcapillaren (cf. Fig. 182 M). Die Harncanälchen weisen in fast allen Abschnitten locale Ausbuchtungen auf und zwar solche in Ampullenform oder in Form sackartiger Divertikel von verschiedener Grösse. Eine besondere Bedeutung ist ihnen wohl nicht beizulegen.

Am besten lassen sich die angegebenen Verhältnisse ermitteln durch Isolirung injicirter Nieren vermittelst 50 pCt Salzsäure (einzelne Canalstücke) (Fig. 183) oder 5 pCt. chromsaures Ammoniak (für Untersuchung der Zellformen). Um Verwechselungen mit Blutgefässen vorzubeugen, empfiehlt sich die Injection der Arterien mit Berlinerblau, welches durch Einwirkung der Säure nicht zerstört wird.

Der Zusammenhang der Canälchen kann auch an Schnittpräparaten demonstrirt werden, welche vom Ureter aus mit Glycerin und Blau, von den Arterien aus gleichzeitig mit Silberlösung (1:500—1000) oder Carminleim injicirt sind.

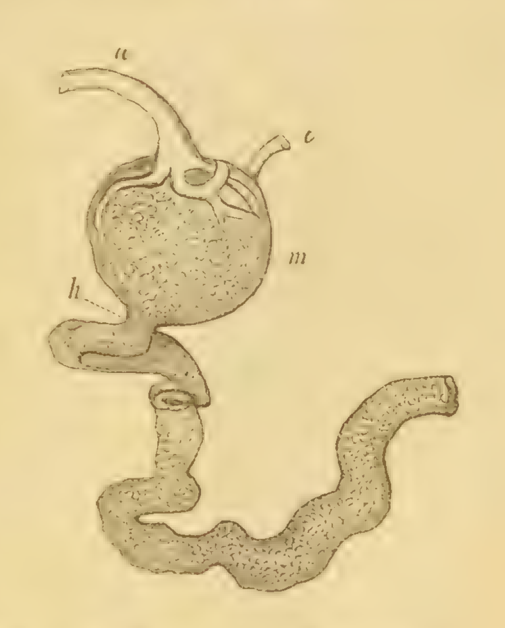


Fig. 183. Malpighi'sches Körperchen aus der Niere einer Kuh mit aus- und eintretendem Blutgefäss und isolirtem Tubulus contortus.

Die Gefässe kommen hauptsächlich aus der Nierenarterie. Daneben bestehen Zuflüsse von der Lendenarterie nach der Nierenperipherie und von den Gefässen des Ureter nach der Marksubstanz.

Die Arterie tritt vom Hilus her ein, sendet aber auch Aeste an die Nierenoberfläche, beim Pferde in grösserer Zahl. Diese dringen in das Parenchym vor ohne sich bedeutend zu verästeln. In der Gegend der Grenzschicht angelangt, verhalten sie sich wie die vom Hilus aus eingetretenen Aeste.

Letztere streben an den Seitenflächen der Malpighi'schen Pyramiden der Rinde zu verlaufen in bogenförmigen Anastomosen (Arcus arteriosi) zwischen Rinde und Grenzschicht, zum Theil in dieser und senden sowohl nach der Rinde, als nach dem Mark hin Aeste ab.

I. Die Aeste nach der Rinde (Arteriae radiatae s. interlobulares) verlaufen innerhalb der zwischen den Markstrahlen gelegenen Labyrinthsegmente und geben folgende Zweige ab:

a) Zweige für die Glomeruli. Diese Zweige verhalten sich bei den verschiedenen Hausthieren verschieden. Beim Pferde und den Wiederkäuern theilen sich dieselben; die weitaus überwiegende Zahl der Theilästchen bildet die Vasa afferentia der Glomeruli, andere derselben lösen sich direct in Capillaren auf. Mitunter geben die Arcus derartige für

die Glomeruli bestimmte Zweige ab, insbesondere für jene Theile des Labyrinthes, welche an der concaven Seite der Bögen gelegen sind. —



Fig. 184. Schema der Blutgefässe. *L* Capillaren des Labyrinthes, *P* Capillaren der Markstrahlen, *M* Capillaren der Marksubstanz, *A* Arcus arteriosus, *a*) Corpuscula Malp., *b*) Arteria radiata; *α*) Vas affereus, *ε*) Vas efferens, *r* Arteriola recta vera, *r*' Art. rectaspuria; *V* Arcus venosus, *ϱ* Vena radiata, *ϱ*') Venula reata, *x*) Capillaren um die foramia papillaria.



Fig. 185. Arteria radiata aus der Pferdeniere. Isolirt nach Silber-injection. Vergr. 30/1.



Fig. 186. Endstück einer Interlobular-arterie aus der Niere einer Kuh.

Bei den Carnivoren bilden die unmittelbar aus der Art. radiat. entspringenden Zweige die Vasa afferentia.

b) Zweige, welche sich ausschliesslich in Capillaren auflösen.

c) Arterioliae rectae verae. Diese sind beim Pferd zu beobachten und entspringen kurz nach dem Abgang der Art. rad. aus dem Arcus.

II. Die Aeste nach dem Mark sind bedeutend kleiner als die Art. rad. und zerfallen kurz nach ihrem Abgang in breit auseinander gezogene Büschel. Die Einzelgefässe (Arteriolae rectae verae) verlaufen, dicht bei einander gelegen, zunächst ohne sich zu theilen, durch die Grenzschicht nach dem Mark. In ihrem Verlauf geben sie nach und nach kleinere Zweige ab, welche sich zu einem weitmaschigen langgestreckten Capillarnetz verbinden. Je mehr die Arteriolae sich der Papille nähern, desto geringer wird ihre Anzahl bei wachsendem Caliber. Die Verringerung der Zahl geschieht durch Confluenz unter spitzem Winkel. An der Papille bilden sie in ihrer vollen Stärke Gefässbögen, welche die Foramina papillaria (Foveolae) umsäumen. Aus diesen Schleifen entspringen capillare Gefässe, welche vielfach unter einander anastomosiren. Von den Umbeugungsstellen aus gehen die Vasa recta unter dichotomischer Theilung in kleinere Aeste über, welche in der Grenzschicht gruppenweise zu Stämmchen vereint in die Venen einmünden. Dies gilt für das Pferd; bei den Carnivoren lösen sich die arteriolae rectae insgesammt an der Papille in Capillaren auf, aus welchen die Venulae rectae ihren Ursprung nehmen.

Neben den Arteriolae rectae verae kommen auch Arter. rectae spuriae vor, welche vor ihrer Bildung schon ein Capillarnetz passirt haben. Um diese Verhältnisse übersehen zu können, wird es nöthig, die Glomeruli vorher zu besprechen.



Fig. 187. Injicirter Glomerulus aus einer Rinderniere.

Die Glomeruli (Fig. 183, 186 u. 187) stellen ein bipolares Wundernetz dar mit einem peripherisch gelegenen (Vas afferens) und einem central gelegenen Pol (Vas efferens). Das Vas afferens (Fig. 187 a) löst sich in eine Reihe von Aesten auf, welche ihrerseits bogenförmig gekrümmte Schlingen bilden. Diese Schlingen kehren theils in sich zurück, theils gehen sie in das Vas efferens (Fig. 187 c) über, so dass der Vergleich das Knäuel mit einem von einem Fluss durchströmten Hafenbassin nicht unzutreffend ist. Das V. eff. ist kleiner als das V. aff. Isolirte Knäuel lassen unter Anwendung von Druck eine Theilung in Lappen erkennen. Bei den Carnivoren sind die der Peripherie näher gelegenen kleiner und zerfallen in vier, die der Grenzschicht näheren in viele Läppchen.

Beim Pferd bestehen in diesen Beziehungen keine Unterschiede, eben so wenig haben sich bei den übrigen Hausthieren solche auffinden lassen.

Die Vasa afferentia bewahren bis zum Eintritt in die Kapsel ihre Muscularis. Die Gefässe des Knäuels besitzen eine einfache Wandung, in welcher sich durch Färbemittel runde Kerne nachweisen lassen. An lebenswarmen mit Silberlösung injicirten Nieren ist auch die von Drasch vermisste Endothelzeichnung zu constatiren. Die endothelialen Kittleisten sind mit Stigmata versehen. Stomata finden sich im Vas afferens und efferens.

Eine Vorstellung von den Lagebeziehungen des Glomerulus zur Müller'schen Kapsel gewinnt man am besten dadurch, dass man sich den Knäuel in die Kapsel in ähnlicher Weise eingestülpt denkt, wie die Organe der Bauchhöhle in das Peritoneum und zwar an dem, dem Hals entgegengesetzten Ende. Ein der Serosa entsprechender Ueberzug über den Knäuel wird durch eine continuirliche glashelle Schicht, welche grosse ovale Kerne enthält, gebildet. Diese Schicht stellt für sich isolirt, eine Matrice der Knäueloberfläche dar und setzt sich in die Zwischenräume der Läppchen fort. An den Glomerulis der peripheren Rindenschichten fehlen nach Drasch beim Hund die Kerne in dem epithelialen Ueberzug.

Das Verhalten der Vasa efferentia ist ein verschiedenes. Die jener Glomeruli, welche der Grenzschicht zunächst liegen, bilden theils Arteriolae rectae (spuriae), theils Capillaren, die sich im Labyrinth oder den Markstrahlen verbreiten. In derartige Capillaren lösen sich auch die Vasa efferentia sämmtlicher übrigen Glomeruli auf. Die Capillaren der Markstrahlen stehen mit denen der Grenzschicht in ununterbrochener Verbindung. Durch Confluenz capillarer Zweige entsteht eine weitere Anzahl Arteriolae rectae spuriae, welche sich im übrigen wie die verae verhalten.

Die Venen der Niere haben im Allgemeinen denselben Verlauf als die Arterien. An der Rindenoberfläche entstehen durch Vereinigung zahlreicher, einem gemeinsamen Centrum zuströmender Capillaren sternförmige Figuren (Stellulae Verheynii). Die centralen Gefässe entsprechen den Anfängen grösserer, parallel den Arteriae radiatae verlaufenden Venen, die in ihrem Verlauf durch Zuflüsse aus den Capillargebieten der Rinde verstärkt in die an der Pyramidenbasis verlaufenden Arcus venosi einmünden. Bei der Katze entsprechen den Stellulae baumartige Verästelungen. — Von der concaven Seite nehmen die Venen jene Stämmchen auf, welche durch Confluenz der venulae rectae entstanden sind. Die Venulae verlaufen mit den Gefässbüscheln der Arterien vermischt.

Aufschluss über die gegenseitige Lage der einzelnen Canalabschnitte und der Gefässe geben Flächenschnitte, welche in verschiedener Richtung angelegt werden.

Legen wir, von der Rinde angefangen, allmälig nach der Marksubstanz vorschreitend Tangentialschnitte an, so finden wir in der äussersten Peripherie nur gewundene Harncanälchen in allen möglichen Durchmessern getroffen. Hin und wieder trifft man auf einen tubulus rectus, an den deutlichen Zellgrenzen und der intensiveren Färbung kenntlich.

Je weiter die Schnitte in die Rinde vordringen, desto grösser wird das Lumen

und die Anzahl der tubuli recti. Sie sind in reihenweise angeordneten Bündeln vorhanden, umgeben von Querschnitten der Schleifenschenkel. Diese Bündel nehmen durch Vermehrung der Schleifenschenkelquerschnitte an Umfang zu, je mehr man sich der Grenzschicht nähert Die Malpighischen Körperchen finden sich zumeist in der Nähe der Markstrahlen. Der übrige Raum wird ausgefüllt durch die gewundenen Canalstücke, hier und da unterbrochen durch einen einzelnen Tubulus rectus.

Die Capillaren begleiten jedes Harncanälchen in der Längsrichtung seines Verlaufes und sind durch zahlreiche Queräste untereinander verbunden, so dass jedes

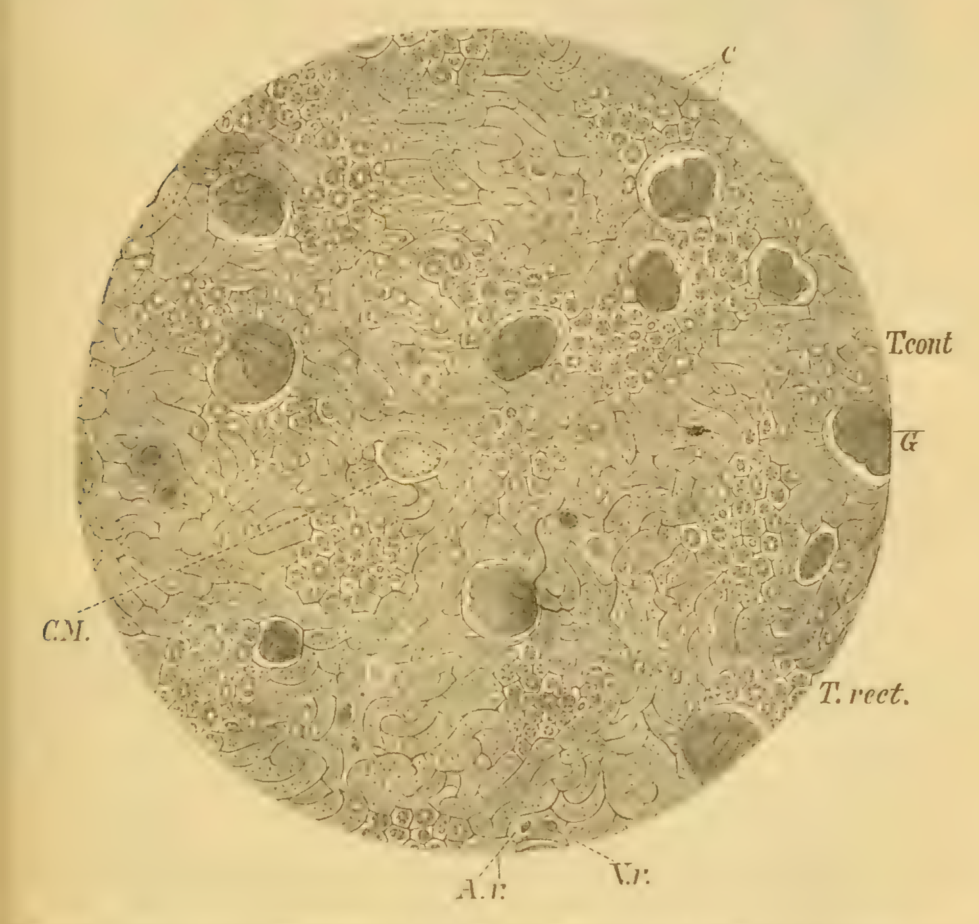


Fig. 188. Injicirter Tangentialschnitt aus der Rindensubstanz der Pferdeniere. Tingirt. Vergr. $^{30}/_{1}$. *T. cont.* = Tubuli contorti und Schaltstücke. *T. rect.* = Tubuli recti und Schleifenschenkel (Markstrahlen), *Gl.* = Glomerulus, *A.r.* = Arteria radiata, *V.r.* = Vena radiata, *C.* = Capillargefässe, *C.M.* = Müller'sche Capsel (Glomerulus herausgefallen).

Canälchen von einem vollständigen Gitterwerk capillarer Gefässe eingeschlossen ist. Die Arteriae und Venae radiatae liegen inmitten der Labyrinthsegmente mehr oder weniger dicht beieinander. An Nieren, welche unter constantem Druck, sowohl von der Arterie, als von der Vene aus mit verschieden gefärbten Leimmassen injicirt wurden, erscheinen die durch die Markstrahlen begrenzten Labyrinthsegmente mit Capillaren in der Farbe der Venen, während die Capillaren der Markstrahlen arterielle Injectionsmasse enthalten. Hierdurch gewinnen die Rindenschnitte, abgesehen von

den äussersten Schichten ein schachbrettartiges Aussehen, welches besonders marquant beim Rind hervortritt.

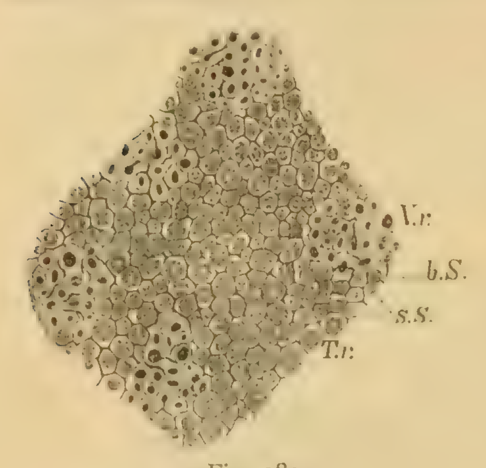


Fig. 189.
Tangentialschnitt durch die Grenzschicht. Injicirt und tingirt. Vergr. $^{30}/_{1}$.
V. r. = Vasa recta, *T. r.* = Tubuli recti, *b. S.* = breite Schleifenschenkel, *s. S.* = schmale Schleifenschenkel.

In der Grenzschicht dringen nur beim Pferd die Spitzen der Labyrinthsegmente ein, so dass neben den Gefässbüscheln der Vasa recta auch noch Glomeruli und gewundene Canäle angetroffen werden. Nach dem Verschwinden des Labyrinths auf den nach der Papille zu vorschreitenden Schnitten sind die Querschnitte der Harncanälchen keineswegs gleichförmig über die Schnittfläche vertheilt, sondern in ähnlicher Weise durch die zunächst flachen, weiterhin cylindrischen Gefässbüschel unterbrochen, wie die Rindensubstanz durch die Markstränge.

Erst in der Marksubstanz vertheilen sich die tubuli recti in gleichmässigen Abständen. Bei dem weiteren Vordringen finden sich daneben nur noch schmale Schleifenschenkel im Querschnitt, darauf die sich vereinigenden Tubuli recti. In der Nähe des Porenfeldes (Torus) finden sich neben den Querschnitten der Ductus papillares nur Blut- und Lymphgefässcapillaren. In dem Epithel der Ductus und der Aussenflächen der Papille sind die schon erwähnten Becherzellen unschwer nachzuweisen.



Fig. 190. Tangentialschnitt durch die halbe Papille der Pferdeniere. Vergr. $^{30}/_{1}$. Hämatoxylinfärbung. *a)* Ductus papillares, welche senkrecht zum Porenfeld verlaufen, *b)* Ductus papillares, schräg zum Porenfeld verlaufend, *c)* Blut- und Lymphcapillaren-Querschnitt, *d)* fibrilläres Bindegewebe, *e)* Epithelbesatz der freien Papillenfläche.

Die Anfertigung von Radiärschnitten (parallel dem Verlauf der Ferrein'schen Pyramiden), welche sowohl in verticaler als in horizontaler Richtung den Verlauf der Tubuli recti am vollständigsten demonstriren, gelingt am besten an denjenigen Theilen der Nieren, welche mit den mittleren Partieen der Papille in Zusammenhang stehen. Man übersieht alsdann die Form der Labyrinthsegmente, welche beim Pferd und den kleinen Wiederkäuern langgezogene Dreiecke, beim Hund und den übrigen Hausthieren dergleichen Trapeze darstellen. Von den mit den Hörnern in Verbindung stehenden Nierenabschnitten kann man günstige Parallelschnitte nur in horizontaler Richtung erhalten, weil bei verticaler Schnittführung die an den Hörnern in der Richtung auf die Papille abbiegenden Tubuli recti auf dem Querschnitt getroffen werden.

Die **Nerven** umspinnen die Arteria renalis und ihre Verzweigungen mit einem dichten Netz, in welchem sich kleine Ganglienknoten constatiren lassen. Neben diesen finden sich zum Theil markhaltige Fasern, welche ohne Netze zu bilden, an den Gefässen entlang laufen und sich mit diesen im Parenchym vertheilen. Ueber den Verbleib und die Endigungsweise der Ausläufer der Nerven in den Nieren ist Sicheres nicht bekannt. An Harncanälchen, welche in Salzsäure isolirt wurden, liessen sich feinste netzartig die Harncanälchen umspinnende Fädchen erkennen, welche an den Harncanälchen mit Ausläufern sich befestigen. Ihre Natur blieb zweifelhaft.

Das **Bindegewebe** der Niere besteht in der Rinde und Grenzschicht aus einem zarten, die Canäle allseitig umgebenden Gerüst, in welchem die Capillare verlaufen. Durch Salzsäurebehandlung können Bindegewebszellen von spindelförmiger, sternförmiger oder unregelmässig zackiger Gestalt isolirt werden, welche mit deutlichem, ovalen, langgezogenen, glatten Kerne versehen sind. An ihnen finden sich Ausläufer in Form feiner Fäserchen von beträchtlicher Länge. Die Kerne liegen mit ihrer Längsaxe vorzugsweise in der Ebene des Querdurchmessers der Harncanälchen und Gefässe. In der Marksubstanz nimmt das Bindegewebe beträchtlich zu und wächst zu starken fibrillären Zügen an, zwischen denen die Ductus papillares frei in die Foveolae ausmünden. Die Kerne werden sehr lang und zeigen vielfach drei oder mehrzipfelige Sternformen.

Von Aussen tritt an die Niere ebenfalls Bindegewebe heran und zwar bindegewebige Fortsätze vom Nierenbecken aus und ausserdem von der Capsula fibrosa her.

Die Fortsätze der Adventitia des Pelvis bieten in histologischer Hinsicht keine bemerkenswerthen Eigenschaften.

Um so mehr nimmt die **Nierenkapsel** unser Interesse in Anspruch. Dieselbe besteht aus zwei verhältnissmässig leicht trennbaren Blättern. Das äussere Blatt verbindet sich an den Stellen, wo Gefässe die Kapsel durchbohren, mit der Adventitia der letzteren. — Das tiefere der Rinde unmittelbar anliegende Blatt begleitet die Gefässe und schickt von den Gefässfurchen in derselben Weise wie von der Oberfläche aus Fortsätze in das Parenchym. Diese Fortsätze sind sehr zart. Das Gewebe documentirt sich als fibrilläres Bindegewebe, dessen Bündel sich vielfach

kreuzen. Die der Niere unmittelbar anliegende Fläche stellt einen genauen Abdruck der oberflächlichen Windung der Harncanalchen dar. Blutgefässe fehlen dem inneren Blatt.

In dem äusseren Blatte kommen beim Rind und Schaf glatte Muskelfasern vor; dasselbe ist gefässhaltig. Die arteriellen Gefässe stammen hauptsächlich aus den Nierenarterien. Sie verzweigen sich fast unter rechten Winkeln und bilden vielfache bogenförmige Anastomosen. Die Venen, meist zu beiden Seiten die Arterien begleitend, communiciren durch vielfache Quer- und Längsanastomosen. Die Capillaren bilden beim Pferde dichte, fast gradlienige, polygonale Maschen, welche beim Hunde ein unregelmässiges inselartiges Netzwerk darstellen. An Präparaten, welche von den Lymphgefässen mit Silber injicirt sind — auch schon nach Einstichinjectionen in die Kapsel — ist zu erkennen, dass die capillaren Netze in denjenigen Räumen gelegen sind, welche die Lymphcapillaren zwischen sich lassen. Letztere bilden ein unregelmässiges, aus den bekannten Endothelien zusammengesetztes Röhrennetz, welche sich nach Silberimprägnation heller von dunklerem Grunde abheben. Die grösseren Lymphgefässe verlaufen in Begleitung von Blutgefässen.

Diese in der Kapsel sich ausbreitenden Lymphbahnen stehen mit denen der Niere in nachweislicher Verbindung.

Die Lymphgefässe des Parenchyms begleiten die grösseren Arterien in doppelter, die kleinen in einfacher Zahl. Erstere stehen durch zahlreiche Anastomosen in plexusartiger Verbindung.

Mit den Vasa afferentia gelangen Lymphgefässe in die Muller'sche Kapsel und dringen zwischen die Schlingen des Glomerulus ein.

In Begleitung des Vas efferens verlassen sie denselben wieder um sich in capilläre, jedoch noch mit selbständigen epithelialen Wandungen versehene Verzweigungen aufzulösen.

Breitendurchmesser

der einzelnen Abschnitte der Harncanälchen in Mittelzahlen.

Thiergattung	Müllersche Kapsel incl. Glomerulus	Gewundenes Canalstück	Schmaler Theil	Aufsteigender breiter Theil	Ende desselben in der Rindensubstanz	Schaltstück	Verbindungs-canälchen	Sammelcanäle I. Ordnung
Pferd	0,187	0,051	0,017	0,026	0,024	0,043	0,018	0,052
Rind	0,221	0,050	0,017	0,040	0,026	0,045	0,021	0,060
Schaf	0,210	0,060	0,014	0,030	0,026	0,053	0,025	0,038
Ziege	0,180	0,051	0,015	0,032	0,026	0,038	0,028	0,046
Schwein . . .	0,175	0,050	0,010	0,029	0,025	0,043	0,031	0,040
Hund	0,136 u. 0,170	0,046	0,012	0,026	0,017	0,035	0,016	0,034
Katze	0,122	0,048	0,013	0,030	0,017	0,035	0,014	0,022

2. Die ableitenden Harnwege.

Dem Canalsystem, welches von dem abfliessenden Harn passirt werden muss, kommen gemeinsam zu, eine Schleimhaut, eine Muskelhaut und eine bindegewebige Umhüllungsschicht. Es lässt sich an jeder dieser drei Schichten an den verschiedenen Stationen eine gewisse Uebereinstimmung nicht verkennen; die vorhandenen Unterschiede sind hauptsächlich durch die gegenseitige Anordnung der genannten Schichten gegeben.

a) Ureter.

Der Harnleiter beginnt innerhalb des Nierensinus mit einer einfachen oder mehr oder weniger complicirten Ausbreitung (einfaches Nierenbecken, Pelvis renalis beim Pferd, kleinen Wiederkäuern und Carnivoren, Nierenkelche, Calices renales beim Rind und Schwein).

Die Schleimhaut besteht aus einem fibrillären dichteren Stratum, welches nach der Muscularis hin lockerer wird. Am Grunde der Papillen umsäumt dies Gewebe die Marksubstanz und setzt sich bei Thieren mit einfacher Papille eine kurze Strecke auf den frei in den Calyx resp. Pelvis hineinragenden Theil der Papille in dünner Lage fort. Bei solchen mit zusammengesetzter Papille (Pferd, kleine Wiederkäuer, Hund) hört es fast scharf abgeschnitten auf. Im Pelvis liegt die Mucosa in Längsfalten, welche durch Querfalten, insbesondere beim Pferd, unterbrochen werden. Die Längsfalten lassen sich durch den Ureter bis zur Mündung in die Blase verfolgen; sie verschwinden bei Ausdehnung des Rohrs.

Die Schleimhaut des Nierenbeckens der kleinen Wiederkäuer, des Schweins und der Fleischfresser ist mit Gefässpapillen ausgestattet. Diese sind beim Schaf meist flach und stumpf, seltener spitz, beim Schwein und Hund von mittlerer Höhe, bei letzterem ziemlich spärlich.

Der Epithelbelag bildet die unmittelbare Fortsetzung des Epithels der Ductus papillares. Die Aussenfläche der Papillen ist, soweit sich das bindegewebige Stratum nicht dazwischen schiebt, nur mit dem erwähnten mehrschichtigen Epithel versehen. Die Membrana propria der Harncanälchen setzt sich als Basalmembran in derselben Weise in die harnabführende Wege fort und zeigt nach Silbereinwirkung eine endotheliale Zeichnung, welche wie die Endothelien der Membran der Harncanälchen gradlinige Begrenzungen aufweist.

Beim Pferd allein und mitunter beim Hund sind in der Mucosa des Pelvis Drüsen vorhanden, welche zumeist einfachen Einstülpungen entsprechen; dendritische Verzweigungen von einem einfachen Gang aus, machen sehr häufig den Eindruck eines Acinus.

Die Zellen der Drüsen sind hell, der Kern rund, wandständig und um denselben eine färbbare Plasmaschicht vorhanden. Die Einstülpungen reichen ca. 10 *cm* in den Ureter hinein.

Im Ureter selbst ist das Epithel ebenfalls mehrschichtig. Die Cylinderzellen sitzen entweder mit ihrem breiten Ende auf und schicken dann gewöhnlich einen schmalen Fortsatz zwischen die inneren Schich-

ten hinein oder sie erscheinen in Spindelform. In diesem Falle erstreckt sich nach aussen ein schmaler zu einem breiten Protroplasmafuss ausgezogener Fortsatz bis zur Mucosa. Der kerntragende Zellkörper endet nach dem Lumen hin theils abgerundet, theils mit einer sich zwischen der nächstfolgenden Schicht verlierenden Verjungung. Die zweite Lage besteht grossentheils aus Zellen, welche mit menschlichen Milchschneidezähnen verglichen werden können. Der Wurzel entspricht eine hohle protoplasmatische Masse, welche sich auf eine Nachbarzelle aufstülpt. Die innerste platte Zelllage deckt sich fast regelmässig durch die meist nach einer Seite gerichteten horizontalen Fortsätze. Das bisher Gesagte gilt für die Mucosa im gefalteten Zustande. Das Epithel der expandirten Schleimhaut zeigt gänzlich veränderte Zellformen. Die einzelnen Elemente sind sämmtlich im Querdurchmesser des Ureter gestreckt; in der Seitenansicht präsentiren sich die Zellen als schmale Spindeln resp. Platten. Der Kern der äusseren Schicht prominirt nach dem Lumen.

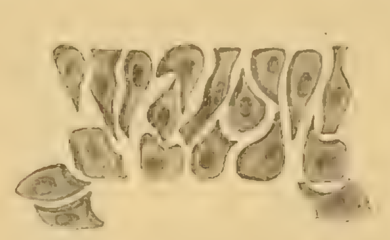


Fig. 192. Epithel aus dem Ureter des Pferdes. Isolirt durch 5 pCt. neutr. chromsaures Ammoniak.

Unmittelbar unter der Schleimhaut ist ein Zug längsgerichteter glatter **Muskulatur** vorhanden, welcher Ausläufer in die Schleimhautwülste hineinsendet. Nach aussen folgt die Circulärfaserschicht, die sich im Pelvis bis an die Basis der Papille erstreckt und daselbst beim Schwein den Ringmuskel der Papille (**Henle**) bildet. Beim Rinde sind in den dünnen Kelchwandungen nur spärliche Muskelelemente nachweisbar. In der Nähe der Papillenbasis verlieren sich dieselben vollständig. Jede Andeutung eines Ringmuskels fehlt. Bei den Fleischfressern und den kleinen Wiederkäuern erreicht zwar die Muskelhaut des Nierenbeckens meist eine beträchtliche Dicke, eine Verstärkung der Ringmuskulatur an der Ansatzstelle, wie beim Schwein, lässt sich jedoch eben so wenig nachweisen als beim Pferd. Als äusserste Schicht findet sich im Ureter und theilweise auch im Pelvis eine aus längsgerichteten Fasern bestehende dünne Lage glatter Muskulatur vor, welche in ihrem Verlauf am Ureter auf längere Strecken



Fig. 191. Isolirtes Epithel aus dem expandirten Ureter des Pferdes.

durch Bindegewebe derart unterbrochen wird, dass der Zusammenhang in der Querrichtung verloren geht.

Die äussere, lockere bindegewebige Hülle schickt im Pelvis die schon erwähnten Fortsätze ins Nierenparenchym hinein und enthält ein reichliches Lager von Fettzellen, so dass auf diese Weise zwischen Nierenbecken und Wand des Sinus renalis ein dickes Polster hergestellt wird. In dieser äusseren Umhüllung befinden sich grössere Blutgefässe und Nerven eingebettet.

Die Blutgefässe verlaufen hauptsächlich in der Längsrichtung; im Nierenbecken sind es grössere Stämmchen, welche dicht am Nierenparenchym ihre Lage haben. Die Muscularis wird von kleineren durchzogen. Von den in der inneren Längsfaserschicht gelegenen Gefässen gehen in der Querrichtung Aestchen ab und bilden ein die Mucosa erfüllendes Capillarnetz. Dasselbe ist unmittelbar unter dem Epithel am dichtesten.

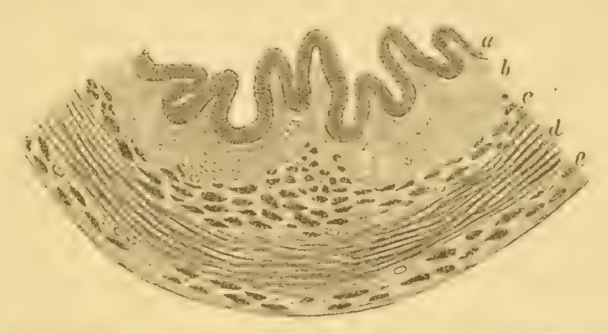


Fig. 193. Theil eines Tranversalschnittes durch den Ureter des Pferdes. Loupenvergr. a) Epithel, b) Mucosa, c) innere muskulöse Längsfaserschicht, d) Ciculärfaserschicht, e) Aussen-Längsfasern.

Die Lymphgefässe sind daselbst ebenfalls netzartig angeordnet; die Maschen derselben erscheinen jedoch ungleich grösser, als die von den Blutgefässen herrührenden.

Nerven in Verbindung mit Ganglien können in den harnabführenden Wegen reichlich gefunden werden. — Die in der bindegewebigen äusseren Schicht des Ureter und Nierenbeckens enthaltenen sind breit und dunkelwandig (Rud. Maier). Sie verästeln sich dichotomisch. Im Verlauf derselben sind Ganglien reichlich eingestreut. Sie erreichen beim Pferde eine bedeutende Grösse. Auch in der Muscularis und Schleimhaut kommen Ganglien vor. Es zeigen sich inmitten von Nervenfaserzügen Gruppen von 2, 3 bis 10 und noch mehr Zellen. Beim Kalb lassen sich die Ganglien der Muskelschichten am deutlichsten demonstriren. Dort liegen sie in den äusseren Partieen der Längsfaserschicht und bilden dann noch weitere Gruppen an der Grenze der darauffolgenden Ringfasern. Zwischen diesen beiden Ganglienzellenlagern und den in der äusseren Bindegewebsschicht befindlichen, liegen zahlreiche feine Verbindungsfäden.

b) Harnblase.

Die Schleimhaut mit dem sie bedeckenden Epithel verhält sich in histologischer Beziehung wie die des Harnleiters, desgleichen das subepitheliale Endothel. Bemerkenswerth sind kleine Gruben in der Mucosa, in welche sich des Epithel fortsetzt.

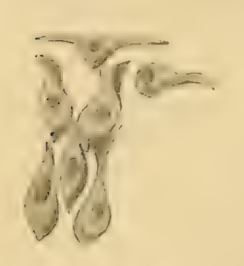


Fig. 194.
Isolirtes Epithel aus der Blase des Pferdes.

Ueber den Verlauf der Muskulatur gewährt die Anwendung des Präparirmessers sichereren Aufschluss als die mikroskopische Untersuchung. An Querschnitten sieht man, dass ebenfalls 3 Schichten, eine innere und äussere Längsfaserschicht und eine mittlere circuläre vorhanden sind.

An verschiedenen Stellen werden auf Querschnitte schräg durchschnittene Muskelbündel, welche von einer Lage nach der andern ziehen, sichtbar; ebenso auch innerhalb der einzelnen Schichten selbst. Gegenseitige Verbindungen der Faserbündel kommen vielfach vor.

Die arteriellen Blutgefässe entstammen hauptsächlich der Pudenda interna und der obturatoria. Der Ureter erhält daneben Zweige von der auf kurze Strecken durchgängigen Umbilicalis. Das capillare Netzwerk verbreitet sich zwischen den Muskelfaserbündeln und bildet unmittelbar unter dem Epithel der Mucosa ein ähnliches Maschenwerk wie im Ureter.

Die Lymphgefässe der Blase liegen in ihren Anfängen als ein weitmaschiges Netz an der Innenseite der Muskelschicht. Sie stehen mit einem zweiten Netz stärkerer Gefässe an der Aussenseite dieser Schicht im Zusammenhang. Dieses ist bereits reich an Klappen und findet seine Abflüsse in der Richtung vom Urachus und Blasenhals.

In der Blase verlaufen die Nerven zunächst mit den Gefässen und bilden, indem sie bis zur Mucosa vordringen, ein Geflecht über und untereinander sich durchkreuzender und verbindender Nerven, das gleichmässig durch die ganze Dicke der Wand sich vorfindet. Die Ganglien sind, wie überhaupt in den harnabführenden Wegen, nicht in zwei distincte Lager, ein submucöses und intermuskulares, wie am Darm geschieden, sondern unregelmässig vertheilt und nur an einzelnen Stellen zahlreicher. Am reichsten finden sie sich an der Grenze zwischen Mucosa und Muscularis. Die Ganglienknoten sitzen sowohl in der Mitte eines Faserzuges als an dessen Seite, mitunter traubenförmige Anhänge an einem Stiele darstellend. Besonders reich an Ganglien zeigt sich die Schleimhaut des Kalbes und der Katze, auffällig reich andererseits die Muscularis des Schweines und der Katze.

c) Harnröhre (cf. Geschlechtsorgane).

In der Harnröhre unterscheidet sich das Epithel bis auf die Mündung in Nichts von dem des Ureter und der Blase (Fig. 194). Unweit der freien Oeffnung wir[d]

...selbe niedriger und geht schliesslich in ein mehrschichtiges Plattenepithel über, welches sich continuirlich auf die Glans fortsetzt. Das subepitheliale Epithel ist auch ier vorhanden. Die Epithelauskleidung zeigt bei eiden Geschlechtern ein gleichmässiges Verhalten, hiervon macht der Hund insofern eine Ausnahme, ls in der Harnröhre desselben Drüsen vorkommen, welche allen übrigen Thieren und auch der Hündin hlen. Diese sogen. Littreschen Drüsen bilden in er pars cavernosa bis gegen das orificium hin aciöse Einstülpungen an der oberen Wand. In en der Blase näheren Theilen der Harnröhre entrnen sich die Ausführungsgänge von der Mittelnie und werden dabei immer kürzer. Die Drüsen nthalten Schleimzellen, die einen am Grunde gelagerten durch Pikrocarmin sich irbenden Kern einschliessen, sonst aber nur durch Anilinfarben in toto gefärbt werden.

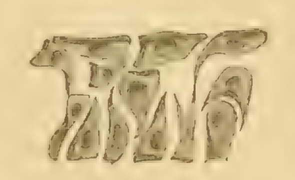


Fig. 195.
Epithel aus der Urethra des Pferdes.

Bei männlichen Thieren bildet die Muskulatur der Harnröhre in der pars rostatica die unmittelbare Fortsetzung der Circulärfaserschicht der Blase und liegt nmittelbar der Mucosa auf. In der Pars membranacea wird Muscularis und Mucosa urch ein mit starken Blutgefässen durchzogenes Gewebe getrennt, welches nach 'ranck nicht zum cavernösen Theil der Harnröhre gehört, obwohl es mit diesem in 'erbindung steht. Es entspricht einem venösen Schwellkörper, ähnlich dem im Scheidenorhofe. Henle bezeichnet es als compressibles cavernöses Gewebe im Gegensatz u dem erectilen. Dem Schweine fehlt dieser Schwellkörper, während derselbe beim Rind tark entwickelt ist. Zu der glatten Muskulatur gesellt sich an der genannten Partie ine Circulärfaserschicht aus quergestreiften Muskelfasern bestehend.

In dem cavernösen Theil der Urethra ist die glatte Muskulatur hauptsächlich an en Aufbau des erectilen Gewebes betheiligt, dessen Beschreibung an anderer Stelle rfolgt.

Die Harnröhre der weiblichen Thiere besitzt einen ähnlichen Schwellkörper vie die pars membranacea der männlichen Thiere. Die äussere dem Wilson'schen Iuskel entsprechende Circulärschicht ist besonders stark beim Rind entwickelt. Die 'rethra der Katze ist mit einer längsgerichteten der Mucosa angehörigen Schliesswulst ersehen, welche ebenfalls von starken venösen Netzen durchzogen wird.

Das Capillarnetz der Schleimhaut ist sehr reichlich entwickelt. Die Papillen m Colliculus seminalis der Rinder erhalten jede eine Gefässschlinge. Mit diesen 'apillaren stehen die Venen der Schwellnetze in Verbindung.

Ein Lymphgefässnetz von ähnlicher Beschaffenheit wie des Ureter und der 'esica findet sich unter den Blutcapillaren der Mucosa.

In der Schleimhaut der gesammten Harnröhre sind Nervennetze verbreitet, esgleichen Ganglienzellen, wenngleich seltener als in der Blase. Der Colliculus beitzt keine Ganglien, wohl aber dessen Umgebung. Die Nervenfasern der Muskelchicht am Prostatatheil hängen mit denen des Blasengrundes ununterbrochen zuammen. Kleine Gruppen von Ganglien sind auch hier nachweisbar.

d) Nebennieren.

Die Nebennieren werden umkleidet von einer aus fibrillärem Bindegewebe bestehenden Kapsel, deren äussere Schicht aus lockerem, mit 'ettzellen und grösseren Blutgefässen durchsetztem Gewebe besteht.

Die innere, straffere Schicht enthält zwar ebenfalls Gefässe, aber spärlicher; in ihr finden sich hin und wieder kleinere Abtheilungen der Rindensubstanz eingebettet. Von dieser Schicht senken sich Fortsätze in das Parenchym der Nebenniere um zur Bildung des Bindegewebsgerüstes in demselben mit beizutragen. In dem Bindegewebe der Kapsel kommen Ganglienzellen vor, von welchen Nerven ausgehen, die in das Parenchym eintreten (Gottschau).

Man unterscheidet im Parenchym eine Rinden- und Marksubstanz. In der rothbraunen bis graugelben Rindensubstanz lassen sich nach Eberth zwei bis drei Schichten unterscheiden.

Beim Schwein und Hund sind drei Schichten vorhanden. Diese sind von aussen nach innen folgende:

Aeussere Parenchymkörper,
Rindencylinder,
Innere Parenchymkörper.

Die Parenchymkörper bestehen aus rundlichen Zellhaufen, die ihrerseits aus polygonalen oder rundlichen, mit grossem Kern versehenen Einzelindividuen zusammengesetzt sind. Die äussere Zone fehlt dem Pferd, Rind und der Katze, auch grenzen sich die Rindencylinder von der inneren Parenchymkörperschicht nicht scharf ab. Beim Rind erscheint diese Lage als ziemlich gleichmässige Infiltration des Stroma mit polygonalen Zellen.

Beim Hund ist die äussere Zone von der inneren Parenchymkörperschicht insofern verschieden, als dieselbe längliche und hufeisenförmige Haufen bildet, welche nach v. Brunn aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt sind, welche mit 1 oder 2 Ausläufern im umgebenden Bindegewebe wurzeln; ihre Ausläufer unterscheiden sich in keiner Weise von Bindegewebsfibrillen und fasst v. Brunn die Zellen daher als modificirte Bindegewebszellen auf.

Dieselbe Ansicht spricht genannter Autor auch bezüglich derjenigen Zellen aus, welche die rinnenförmigen Rindencylinder des Pferdes bilden. Eberth erklärt sie für schmale Cylinderzellen.

Diese Rindencylinder bilden, wie erwähnt beim Pferd, Rind und Katze die äussere Schicht und erscheinen beim Pferd als Hohlrinnen, welche nach der Peripherie durch Vereinigung ihrer Ränder kuppelförmig geschlossen werden.

Die Rindenstränge des Rindes sind kürzere, rundliche oder cylindrische Haufen, welche sich häufig gegenseitig verbinden; in ähnlicher Weise bilden die der Katze unter der Kapsel bogenförmige Anastomosen.

Im Mark kommen neben Cylinderzellen (hauptsächlich beim Schwein) kernförmige und polygonale Zellen vor, welche durch Ausläufer miteinander in Verbindung stehen. Das Protoplasma der Markzellen des

Pferdes und Rindes ist meist feinkörnig zerfallen, so dass die Zellgrenzen sich schwer constatiren lassen.

Die Zellen des Markes haben die Eigenschaft, sich durch chromsaure Salze gelb oder braun zu färben, vorausgesetzt, das Alcohol vorher nicht eingewirkt hat.

Mit Blut werden die Nebennieren von der Arteria renalis, von der Aorta, coeliaca und phrenica aus versorgt. Einige dringen in das Mark ein und lösen sich dort in Capillaren auf, während andere ausserdem in die Rinde Capillaren senden; die Kapselgefässe senden ihre Zweige ausschliesslich nach der Rinde.

Die Capillaren verlaufen in dem bindegewebigen Maschenwerk um die Rindencylinder resp. die Parenchymkörper, und bilden auf diese Weise rundliche um erstere radiär gestellte Maschen. Die Maschen der Capillaren des Markes sind ebenfalls rundlich aber grösser als die corticalen. Von den mit weiterem Lumen versehenen Capillaren gehen dichte feine capilläre Netze ab, welche namentlich in der inneren Rindeschicht der Wiederkäuer fast jede einzelne Zelle umrahmen. Die Capillaren besitzen überall eine selbstständige, aus Endothelzellen gebildete Intima; für die weiteren wird in der Rinde durch die Fortsätze der Zellen der Rindenstränge eine zarte Adventitia gebildet. Dasselbe gilt für die Marksubstanz.

Die Venen sammeln sich in einem centralen, grösseren Gefäss, welches in die Vena cava infer. resp. renalis sinistra einmündet. Dem venösen Blute beigemischt fand Gottschau zu wiederholten Malen grössere Mengen von Formelementen, welche völlig denjenigen gleichen, welche man beim zerzupfen der Mark- und inneren Rindensubstanz beobachtet. Es sind das stark lichtbrechende Körnchenmassen, welche weder in Kalilauge noch in Essigsäure löslich sind, ferner freie Kerne und ziemlich grosse, entweder polygonale oder ovale Zellen von dunkel granulirtem Aussehen mit grossem blassen Kern. Im Verlaufe der Venen fand v. Brunn beim Pferd glatte Muskelfasern, Räuber dergleichen beim Hund und Rind. Dieselben sind bei den kleineren meist cylindrisch und berühren die Venenwand nur mit einer kleinen Fläche. In Begleitung der stärkeren Venen sind die Muskelbündel glatt und umgeben sie meist halbrinnenförmig, während an den stärksten ein vollständiger, aus longitudinalen Fasern bestehender Muskelschlauch nachweisbar ist. Beim Rind, Hund und Katze wurden sie gänzlich vermisst.

Lymphgefässe kommen in Begleitung der Arterien vor und ergiessen sich unmittelbar in den Milchbrustgang.

Die Nerven finden sich als schmale, dunkelrandige Fasern hauptsächlich im Mark. Die feineren Fäden bilden zarte Geflechte, an deren Kreuzungspunkten bi- und multipolare Ganglien in grösseren Gruppen auftreten. In der Rinde sind ebenfalls Ganglien, obgleich seltener vorhanden.

Das Bindegewebsgerüst bildet ein mit der Kapsel in Zusammenhang stehendes Balkenwerk, dessen einzelne, besonders zwischen den Rindencylindern markirte Pfeiler durch feinere bindegewebige Septa communiciren. Bei den Wiederkäuern wird im Innern der Rindensubstanz jede Einzelzelle von einer äusserst zarten bindegewebigen Hülle eingescheidet. In der Marksubstanz sind constant grössere oder kleinere Zellgruppen vom Bindegewebe umrahmt.

Die männlichen Geschlechtsorgane.

Von

Dr. F. Eichbaum,

Professor an der Universität Giessen.

1. Hoden und Nebenhoden.

Allgemeiner Bauplan. Die Hoden stellen eiförmige Organe von mässig fester Consistenz dar, die bei allen unseren Hausthieren die gleiche gröbere Einrichtung zeigen. Sie werden zunächst von einer derben fibrösen Membran — der Tunica albuginea — umhüllt, die nach aussen von einer serösen Haut, dem visceralen Blatte der Tunica vaginalis propria überzogen wird, mit ihrer inneren Fläche unmittelbar an das Hodenparenchym stösst, am Nebenhodenrande auf den Nebenhoden übertritt und den letzteren ebenfalls überzieht. Von der Innenfläche dieser Albuginea strahlen zahlreiche, nach dem Centrum zu verlaufende Fortsätze — die Septula testis — in das Innere des Hodenparenchyms ein, welche das letztere in eine grosse Anzahl von Läppchen — die lobuli testis — zerlegen. Die Grösse dieser letzteren schwankt. Im Allgemeinen besitzen sie in den peripherischen Theilen des Hodenparenchyms eine kegel- oder pyramidenförmige Gestalt, deren Basis der Richtung der Septula entsprechend nach der Peripherie, deren Spitze nach dem Centrum zu gerichtet ist; die mehr in der Mitte des Hodens gelegenen zeigen dagegen auch häufig eine polygonale, selbst rundliche Gestalt, die von der benachbarten bei Thieren, deren Septula schwach entwickelt sind (Rind, Schaf), nur undeutlich getrennt sind. Die Grösse der Hodenläppchen schwankt; in der Peripherie weisen dieselben bei unseren grösseren Hausthieren in der Regel grössere Dimensionen auf, wie in den centralen Theilen des Hodenparenchyms. Es beträgt am erst erwähnten Orte bei dem Pferde der Querdurchmesser zwischen 1,50—2,60 *mm*; der Höhendurchmesser zwischen 1,50—5,0 *mm*; beim Rinde und Schafe sind die Läppchen so wenig abgegrenzt, dass eine Messung derselben sich nur ungenau ausführen lässt. Beim Eber ist die Höhe der Läppchen durch-

schnittlich 5 *mm*, die Breite 2 *mm*; bei dem Hunde erstrecken sich die Läppchen von der Albuginea bis zum corpus Highmori und besitzen hier eine Länge von 5—6 *mm* und an der Basis eine Breite von 2—3 *mm*.

In der Mitte des Hodens und zwar in der Längsachse gelegen, befindet sich das Corpus Highmori. Dasselbe ist bei allen unseren Hausthieren ein centrales, beginnt in der Nähe des Caudalpoles d. h. desjenigen Theiles des Hodens, der vom Schweif des Nebenhodens bedeckt ist, als ein dünner, etwa 1 *mm*, weisslicher Strang, zieht darauf sich allmälig verbreiternd und nach allen Seiten bindegewebige, in das

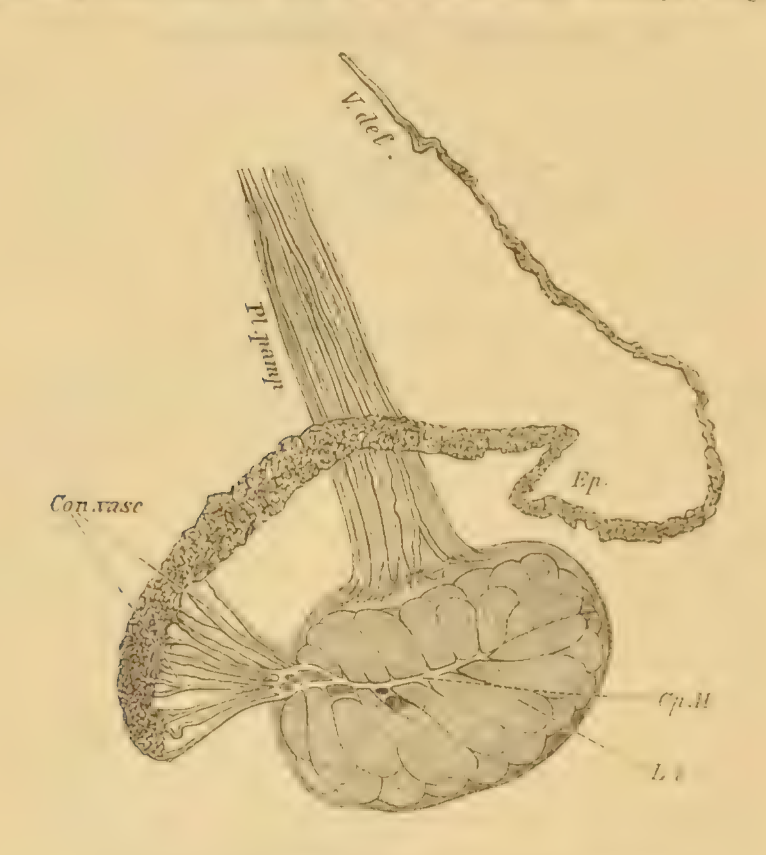


Fig. 196. Hoden und Nebenhoden (halbschematisch).
L. t. = Lobuli testis, *Cp. H.* = Corp. Highmori, *Con. vasc.* = Coni vasculosi Halleri.
Ep. = Nebenhoden, *V. def.* = Vas deferens, *Pl. pamp.* = Plexus pampiniformis.

Parenchym ausstrahlende Fortsätze abgebend, in schwach gekrümmten Bogen nach dem Kopfpole des Hodens hin. Die Lage und die Stärke des Corpus Highmori ist nicht bei allen Hausthieren dieselbe. Ein Querschnitt desselben zeigt bei makroskopischer Untersuchung zahlreiche grössere und kleinere quer durchschnittene Canäle, die ihm das Aussehen eines cavernösen Gewebes verleihen. Auch die vom Highmor'schen Körper nach der Albuginea radienartig ausstrahlenden und die centralen Abtheilungen des Hodenparenchyms in Läppchen theilenden Septen zeigen an vielen Stellen mit blossem Auge sichtbare

längs durchschnittene Canäle, die besonders an dem Ursprunge der ersteren deutlich hervortreten.

Das Parenchym des Hodens besteht aus den gewundenen Canälchen, den Tubuli s. canaliculi contorti, welche in Läppchen angeordnet, hauptsächlich durch Anastomosen ihren Ursprung nehmen, an dem centralen Ende der kegelförmigen Läppchen in m. o. m. gestreckte Gänge, die canaliculi recti übergehen, welche letzteren in den Septula verlaufen, von hier aus in das Corp. Highmori eintreten, hier theilweise verschmelzen, theils anostomosirend ein dichtes Netz, das Hodennetz — rete testis s. rete vasculosum Halleri — bilden. Dasselbe erstreckt sich durch die ganze Länge des Mediastinum hindurch bis zum Kopfpole des Hodens, wo aus demselben eine bei den verschiedenen Hausthierspecies sowohl, wie auch individuell schwankende, im Allgemeinen zwischen 14—18 betragende Anzahl von Gängen hervorgeht, die die Albuginea an einer etwa linsengrossen Stelle durchbohren und als Vasa efferentia bezeichnet werden.

Diese letzteren verlaufen, nachdem sie aus der Albuginea hervorgetreten, in Windungen, die dadurch, dass sie sich allmälig immer mehr verbreitern, den Gängen eine kegelförmige Gestalt verleihen, deren Spitze dem Hoden zugewendet ist. Sie werden daher als Coni vasculosi bezeichnet. Die sämmtlichen Coni vasculosi, die durch Bindegewebe miteinander verbunden und äusserlich von der Albuginea überzogen sind, bilden den Kopf des Nebenhodens. Durch allmälige Verschmelzung der Vasa efferentia entsteht ein einfacher Canal, der Nebenhodencanal, der in unzähligen, zu Läppchen vereinigten Windungen an der lateralen Seite des epididymalen Hodenrandes nach hinten resp. abwärts verläuft, hierbei eine Zunahme des Kalibers erfährt, und nach seinem Uebertritte auf die mediale Hodenseite in das Vas deferens, den Samenleiter übergeht. Die meist transversal gestellten Läppchen werden durch Bindegewebe mit einander vereinigt, von der Albuginea überzogen und stellen in ihrer Gesammtheit den Körper und Schweif des Nebenhodens dar.

Die Albuginea. Ein Querschnitt durch die äussere Umhüllung des Hodens zeigt eine Trennung derselben in mehrere Abtheilungen, von denen die am meisten nach aussen gelegene dem visceralen Blatte, der Tunica vaginal. propria angehört. Dasselbe besitzt bei allen Hausthieren die gleiche Stärke von 0,30 *mm* und besteht aus einem dichten, bindegewebigen, an Blutgefässen verhältnissmässig armen Stratum, in dem vereinzelte, feine, wellig geschwungene, elastische Fasern zu constatiren sind. Ihre äussere Oberfläche wird von einem endothelialen Ueberzuge bekleidet und zeigt häufig zahlreiche Zotten. Dieselben finden sich an der ganzen Oberfläche, vorzugsweise aber stark entwickelt an dem convexen Rande des Hodens vor. Sie sind zum Theil mikroskopisch klein, in anderen Fällen auffallend stark ausgebildet, so dass ihre Länge zwischen 0,05—1,50 *mm* schwanken kann. Sie sitzen gewöhnlich mit breiter Basis dem Stratum auf, verschmälern sich dann, um hierauf mit

kolbiger Spitze zu enden. In Fällen, wo die Zotten sehr lang, kann man auch oft einen Zerfall in secundäre Zotten beobachten, die in gleicher Weise enden. Die Zotten bestehen aus einem reichlich mit Kernen versehenen Grundgewebe, welches bei den grösseren Zotten eine fibrilläre Struktur besitzt, während es bei den kleineren neben feinen Fibrillen aus einer feinkörnigen Masse besteht. Dieses Grundgewebe wird in der Regel von mehreren Blutgefässen durchzogen, die von Zweigen d. A. spermatica int. entspringend das Stratum der Tunica vaginal. propria in schräger Richtung durchbohren und in die Zotten hineintreten, wo sie sich in Capillaren auflösen.

An ihrer inneren Fläche ist die Tunica vag. propr. mit der Albuginea verbunden. Diese letztere verhält sich bezüglich ihrer Stärke und ihrer Structur bei den verschiedenen Hausthieren verschieden. Rücksichtlich des ersten Punktes ist hervorzuheben, dass die Dicke der Albuginea nicht im Verhältniss zur Grösse des Hodens steht.

[Bei dem Hengste beträgt die Stärke der Albuginea durchschnittlich 1,60—1,80 *mm*, beim Stiere 1,20 *mm*, beim Schafe 0,50—0,60 *mm*, beim Eber 0,80—0,90 *mm*, beim Hunde 0,60 *mm*.]

Bei dem Pferde besteht dieselbe ferner zum grossen Theil aus glatten Muskelfasern, die von dem M. cremaster internus in die Albuginea hineinstrahlen und in Form von Platten angeordnet sind, die theils und zwar vorwiegend in den ausseren Schichten in der Längsrichtung, zum grössten Theile jedoch in der Querrichtung des Hodens verlaufen. Sie führt in ihrer inneren, dem Hodenparenchym zugewandten Abtheilung zahlreiche Blutgefässe. An allen Stellen, wo sich diese Gefässe befinden, fehlt das musculöse Stratum der Albuginea vollkommen und es ist an Stelle derselben ein 0,20—0,30 *mm* breiter adventitieller Ring von fibrillärem Bindegewebe vorhanden, der die Gefässe scheidenartig umgiebt, sich durch schmale seitliche Fortsätze mit denen der benachbarten verbindet und so in der Gesammtheit eine zusammenhängende, bindegewebige und gefassführende Schicht darstellt. An der dem Hodenparenchym unmittelbar anliegenden Grenze der Albuginea findet sich endlich noch ein 0,045 *mm* breites Stratum vor, bestehend aus glatten, in longitudinaler Richtung verlaufenden Muskelfasern, von welchen sich einzelne abzweigen und in die Septula testis eintreten.

[Die Albuginea des Pferdes zeigt überall die gleiche Stärke mit Ausnahme einer Stelle am Caudalpole, die der früheren Ansatzstelle des Gubernaculum Hunteri entspricht, eine Ausdehnung von 2—3 *cm* im Durchmesser und eine Stärke von 5—6 *mm* besitzt. In ihrer inneren Abtheilung weist diese Partie die Structur der Albuginea überhaupt auf; ihre aussere besteht aus einem bindegewebigen Stratum, welches von zahlreichen Bündeln glatter Muskelfasern durchzogen wird.]

Bei den übrigen Hausthieren weicht die Einrichtung der Albuginea insofern von der geschilderten ab, als Muskelfasern vollstandig vermisst werden, die Albuginea hier vielmehr aus einem derben bindegewebigen, feine elastische Fasern enthaltenden Stratum besteht, welches ebenfalls in Schichten zerfällt, die theils in longitudinaler, theils in circularer

Richtung angeordnet sind. Auch hier befinden sich um die Gefässe adventitielle Ringe von lockerem, bindegewebigem Bau vor, und ebenso zeigen auch die dem Hodenparenchym angrenzenden Schichten einen wesentlich lockeren Bau wie die peripherischen.

Die Septula testis, welche von der Albuginea in das Innere des Hodens eintreten, erscheinen an ihrer Ursprungsstelle am breitesten. Sie verschmälern sich im weiteren Verlaufe immer mehr, verschmelzen mit anderen, oder aber sie gehen, wie dies namentlich bei den Hoden kleinerer Thiere der Fall ist, ohne Unterbrechung in das Gewebe des Corpus Highmori über. Sie bestehen aus einem lockeren, zellenreichen fibrillären Bindegewebe, in welchem beim Pferde sich ausserdem noch Muskelfasern vorfinden, die am reichlichsten in der Nähe des Ursprungs der Septula vorhanden sind, mit der weiteren Verschmälerung derselben jedoch sparsamer werden. In den centralen Abtheilungen des Hodens führen die Septula endlich die Tubuli recti (s. u.).

Das Hodenparenchym. Die Hodenläppchen bestehen aus den canaliculi contorti und einem sie miteinander verbindenden und eigenthümliche zellige Gebilde enthaltenden Zwischengewebe, der sog. Leydigschen Zwischensubstanz.

Die Samencanälchen verlaufen stark gewunden, so dass man sie auf Schnitten theils der Quere, theils der Länge nach, theils schräg durchschnitten antrifft. Ihr Durchmesser schwankt bei unseren Hausthieren zwischen 1,20—1,26 *mm*. Sie liegen nicht gleichmässig von einander entfernt. Es ist dies theils nach der Lage der untersuchten Läppchen, in den peripherischen Läppchen liegen die Canälchen dichter aneinander, wie in den centralen, theils nach der Thiergattung verschieden. Am weitesten von einander entfernt liegen sie beim Schafe und Pferde (Abstand 0,08—0,12 *mm*), am dichtesten beim Rinde, Eber und Hunde, wo die Zwischensubstanz nur sparsam entwickelt ist und die Canälchen sich häufig fast berühren. An dem centralen Ende der Läppchen nehmen die Canälchen einen mehr gestreckten Verlauf an und gehen in die canaliculi recti über, die indess auch häufig aus dem Zusammenfluss zweier gewundener Canälchen entstehen. In allen Fällen ist aber das Caliber der ersten kleiner (0,04—0,08 *mm*), wie das der letzteren. Die canaliculi recti verlaufen m. o. w. gestreckt in den Septula nach dem Corp. Highmori hin, wobei sie oft ampullenartige Erweiterungen zeigen, und sich häufig bei grossen Hoden mit den Canälchen benachbarter Läppchen zu einem Sammelrohr vereinigen.

Was den Bau der gewundenen Canälchen anbetrifft, so werden dieselben bei geschlechtsreifen Thieren von einer dünnen, bei dem Eber 0,006—0,008 *mm*, bei den übrigen Thieren 0,003—0,004 *mm* starken Membran gebildet, die aus einem concentrisch gestreiften, mit eingelagerten spindelformigen Kernen versehenen Gewebe besteht, welches sich durch seine Resistenz gegen Essigsäure und Alcalien auszeichnet. Von der Fläche gesehen erscheint die Wand der Canälchen je nach

ihrer Stärke m. o. w. feinstreifig, und ebenso finden sich zwischen diesen Streifen theils ovale, theils runde Kerne vor, die meist in der Querrichtung des Canälchens angeordnet sind. Der von dieser Membran umschlossene Raum wird von Zellen, reifen und unreifen Spermatozoen vollständig ausgefüllt. Die ersteren, die verschiedenen Stadien der Samenbildung repräsentirend, sind gewöhnlich in 3—4 concentrischen Lagen um die Axe des Canälchens angeordnet, und unterscheiden sich nicht nur durch ihre Form und ihr Aussehen, sondern auch durch ihre physiologische Bedeutung. Nach der Einrichtung des zelligen Inhaltes der Hodencanälchen lassen sich unsere Hausthiere in zwei Gruppen bringen, von denen die eine durch das Pferd, den Widder, Eber, Hund und Kater, die andere durch das Rind repräsentirt wird.

Die äusserste, der Wand des Canälchens unmittelbar anliegende und auch wohl als Epithelschicht bezeichnete Zellenlage besteht aus

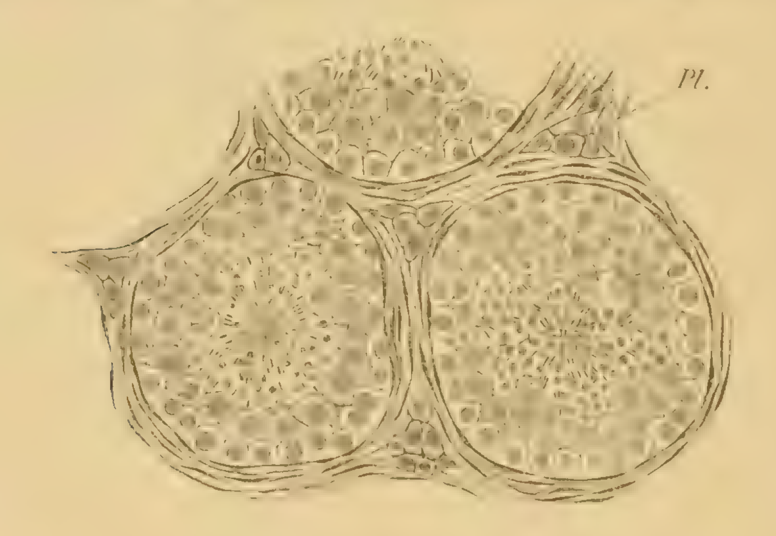


Fig. 197. Samencanälchen vom Pferde. *Pl.* = interstitielle Plasmazellen.

zweierlei Elementen. Die einen stellen bei der erst erwähnten Gruppe theils rundliche, theils mehr cylindrische Zellen dar, die in ihrer Grösse bei den verschiedenen Thiergattungen zwischen 0,008—0,012 *mm* schwanken, mit ihrer Basis der Wandung aufsitzen, an ihrem der Axe des Canälchens zugewendeten Ende mit kurzen Fortsätzen versehen sind, die centralwärts gerichtet, meist indessen nur schwach entwickelt sind. Auch von der Basis gehen, besonders deutlich beim Schafbock, seitliche Fortsätze ab, welche mit denen benachbarter Zellen in Verbindung treten und auf diese Weise ein Netzwerk herstellen. Es sind dies die »Stützzellen« Merkel's, die »ramificirten« oder »festsitzenden Zellen« Sertolis, die »Ursamenzellen« oder Spermatogonien von la Valette. Dieselben zeichnen sich durch ein fein granulirtes Protoplasma, sowie durch den Besitz eines ovalen, 0,004 *mm* grossen, schwach gekörnten Kernes aus.

Bei dem Pferde und den übrigen Thieren der erst erwähnten Gruppe sind die centralen Fortsätze dieser Zellen für gewöhnlich nur rudimentär vorhanden; nur bei brünstigen Thieren sind dieselben nach den Angaben Sertoli's vollständig entwickelt. Beim Uebergange der Tubuli contorti in die Tubuli recti werden die Fortsätze kürzer, die Zellen selbst nehmen die Form von Cylinderzellen an, die ziemlich dicht nebeneinander stehen, da gleichzeitig die zwischen ihnen gelegenen zelligen Gebilde an Zahl abnehmen resp. ganz verschwinden. Nach der Ansicht Sertoli's und Merkel's sind die ramificirten Zellen veränderte Epithelien, und ihre Fortsätze und Verlängerungen nur die Folge des von den weiter unten zu beschreibenden Zellen ausgeübten Druckes.

Beim Rinde sind die ramificirten Zellen ausserordentlich stark entwickelt. Sie bilden hier ein das ganze Lumen des Hodencanälchens durchziehendes Netzwerk, welches aus dünnen Platten oder Strängen besteht, die unter rechtem Winkel von der Wand des Canälchens mit verbreiterter Basis, der sogen. Fussplatte, die den ovalen Kern mit Kernkörperchen enthält, entspringen, sich dann verschmälern und radienartig nach dem Centrum des Canälchens zu convergiren, wobei sie, von der Seite gesehen, flachere und tiefere grubige Einschnitte zeigen, die durch kammartige Vorsprünge von einander getrennt sind. Diese letzteren treten mit den Vorsprüngen benachbarter Zellen in Verbindung, und stellen so meist rundliche Fächer oder Kammern her, die in der Peripherie des Canälchens weniger gross, wie in den centralen Abtheilungen desselben sind.

In den soeben beschriebenen Fächern, sowie in den zwischen den ramificirten Zellen der übrigen Hausthiere gelegenen Räumen finden sich die »runden Hodenzellen« der Autoren vor. Dieselben stellen im Allgemeinen rundliche Gebilde dar, welche in zwei oder drei unregelmässigen Reihen über einander gelagert sind, und sich durch ihre Grösse, sowie die Beschaffenheit ihrer Kerne von einander unterscheiden. Die Zellen der äussersten, der Wand des Canälchens angrenzenden Lage werden von Sertoli und Krause als »germinative« oder »Keimzellen«, von la Valette als »Follikelzellen« bezeichnet; sie bilden in ihrer Gesammtheit das »Stratum germinativum« Sertoli's, bestehen aus einem hellen protoplasmatischen Leib und einem, zuweilen auch zwei grossen bläschenförmigen Kernen. Ihre Grösse ist bei den verschiedenen Thierspecies verschieden; immer aber sind sie kleiner, wie die Zellen der darauf folgenden Schicht.

Diese letzteren stellen die »Samenzellen« Sertoli's dar. Dieselben liegen zuweilen in zwei Reihen übereinander und stellen matt granulirte, theils rundliche, theils mehr polygonale Zellen dar, die etwas grösser und stärker granulirt sind, sich aber hinsichtlich der Beschaffenheit und Grösse ihres Kernes so verhalten, wie die Keimzellen. In der darauffolgenden Schicht sind die Zellen bedeutend grösser (0,015—0,030 *mm*) und stärker granulirt. Sie besitzen einen grossen, dunklen, stark granulirten runden Kern von 0,006 *mm* Durchmesser. Neben diesen Zellen

finden sich 0,030—0,045 *mm* grosse, rundliche oder unregelmässig gestaltete, häufig nur undeutlich abgegrenzte, helle protoplasmatische Klumpen mit zahlreichen (bis zu 30) 0,003 *mm* grossen, runden Kernen, von denen jeder von einem m. o. w. dicken protoplasmatischen Hofe umgeben ist. Sie stellen die »Cysten« Kölliker's, die »Spermatogemmen«, »Samenknospen« la Valette's, die »Spermatoblasten« Krause's dar, und sind diejenigen Zellen, aus denen unmittelbar die Spermatozoen hervorgehen. Sie bilden bei Thieren mit rudimentärer Stützsubstanz eine zusammenhängende Masse um die Axe des Canälchens, in welche die Spermatozoen theils gruppenweise zu 3 oder 4, theils mehr zerstreut hineinragen und zwar immer so, dass die Köpfe derselben nach der Peripherie, die Schweife central gerichtet sind, und das Centrum des Canälchens in Folge dieser Anordnung stets heller und radiär gestrichelt erscheint. Auch beim Rinde finden sich in der centralen Schicht kleinere und grössere (0,018—0,030 *mm*), meist rundlich gestaltete, granulirte Gebilde vor, die sich ebenfalls durch den Besitz einer grösseren Anzahl kleiner (0,002 *mm*) Kerne auszeichnen.

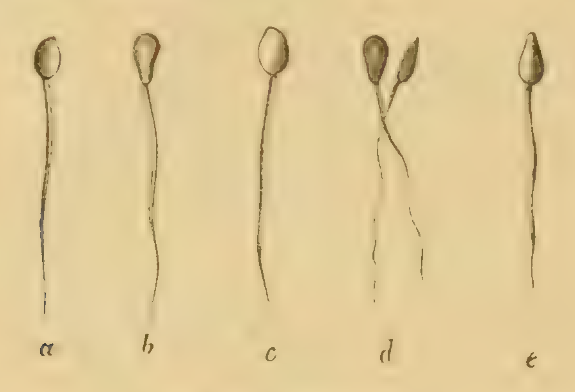


Fig. 198. Spermatozoen.
a) vom Pferde, *b)* Bullen, *c)* Schaf, *d)* Hund, *e)* Katze (nach Weiss und Kölliker).

Die Spermatozoen der Saugethiere stellen einstrahlige Wimperzellen dar, die aus einem längeren oder kürzeren fadenförmigen Theil, dem Schweife bestehen, an dessen dickerem Ende ein birn- oder herzförmiges Körperchen, der Kopf, aufsitzt, welche je nach der Thierspecies in seiner Gestalt etwas variirt. Der Schweif zerfällt wiederum in 2 Segmente; ein oberes kurzes, jedoch breiteres und sich durch einen starken Glanz auszeichnendes — das Mittelstück — und ein unteres, längeres, und in eine Spitze auslaufendes — der eigentliche Schweif.

Nach den Untersuchungen von Schweigger, Seidel und Neumann färbt sich das erstere stärker, namentlich färbt Haematoxylin das Mittelstück ausschliesslich intensiv blau, wobei dasselbe zu einem cylindrischen oder walzenförmigen Körper aufquillt und seinen Glanz verliert. Es wird ferner durch Essigsäure leicht, durch Kali schwer angegriffen, während das Köpfchen das entgegengesetzte Verhalten zeigt. Nach Eimer und v. Brunn besitzt das Spermatozoon einen Central- oder Axenfaden,

welcher im Innern des Kopfes beginnt und durch das Mittelstück in den Schwanz geht und von einer Protoplasmamasse, dem »Protoplasmamantel« umhüllt wird. Da der Axenfaden vom Kopfe an den ganzen Faden durchzieht, hält es von Brunn mit Retzius für wichtig, die Bezeichnung Mittelstück ganz fallen zu lassen und das Spermatozoon nur aus Kopf und Schwanz, letzteren aus Verbindungs-, Haupt- und Endstück bestehen zu lassen.

An dem Mittelstücke und zwar meist an der Grenze zwischen diesem und dem Schweife gelegen, finden sich häufig läppchen- oder knötchenförmige Anhänge vor, die Kölliker als hängengebliebene Ueberreste des Körpers der Samenzellen ansieht. Dasselbe stellen die bei einzelnen Thieren, z. B. dem Schwein am vorderen Theil des Kopfes vorkommender dünnen, und den letzteren kappenartig bedeckenden und sich durch ihre Klebrigkeit auszeichnenden Massen vor.

Die Bewegung der Samenzellen entspricht genau den der Flimmerzellen. Kopf und Mittelstück spielen dabei nach Schweigger-Seidel eine mehr passive Rolle und bleiben starr und unbeweglich. Krause erblickt daher im Schwanzfaden einen Bewegungsapparat, im Kopf einen Bohr- oder Schneideapparat; die befruchtende Function würde nach ihm wesentlich dem Mittelstücke zufallen.

Die Spermatozoen gehen aus den zelligen Elementen des Hodencanälchens hervor. Wie sich diese Bildung vollzieht und aus welchen Elementen dieselben hervorgehen, ist noch Gegenstand der Controverse. Es stehen sich hier vorzugsweise zwei Ansichten gegenüber, die eine, ältere, rührt von Kölliker her und ist von Sertoli weiter ausgeführt, die andere von v. Ebner. Nach der ersteren sind es die runden Hodenzellen, die eine Reihe von Veränderungen durchmachen, welche schliesslich zur Bildung der Cysten führen, die die unmittelbare Vorstufe der Spermatozoen darstellen. Der Ausgangspunkt des ganzen Vorganges, den man gewöhnlich in eine Anzahl von Stadien theilt, ist gegeben in der Keimzelle. Durch wiederholte Theilung derselben entsteht eine starke Vermehrung, wobei sie kleiner werden, aus einem spärlichen Protoplasma mit relativ grossem Kern bestehen und in dieser Form das zweite Entwickelungsstadium repräsentiren. Sie gelangen dabei in das Lumen des Canales und zwischen die Protoplasmafortsätze der Epithelzellen, wo sich die am meisten centralwärts gelegenen durch allmälige Zunahme, die sowohl den Zellleib, wie den Kern betrifft, vergrössern und gleichzeitig eine Compression der benachbarten Stützzellen, die als epitheliale Gebilde und für die Samenbildung ohne Bedeutung und nur als die Ursache der eigenthümlichen Gruppirung der runden Hodenzellen betrachtet werden, ausüben und die ursprünglich cylindrische Gestalt derselben in die oben beschriebenen ausgebuchteten und mit Fortsätzen versehenen Gebilde umformen. Durch wiederholte Theilung der Kerne der Keimzellen, die von einer Zelltheilung nicht begleitet ist, entstehen jene in den centralen Theilen des Hodencanälchens gelegenen rundlichen oder unregelmässig gestalteten protoplasmatischen Massen.

Nach der anderen Theorie, der Spermatoblastentheorie, die zuerst von v. Ebner aufgestellt, und der sich später Neumann, Mihalcowicz, Frey u. A. angeschlossen haben, sind es gerade die Stützzellen, die die Bildungsorgane der Samenfäden darstellen. Dieselben sollen einen aus verschmolzenen Zellen bestehenden Wandbelag der Samencanälchen bilden und in ihrer Gesammtheit das »Keimnetz« herstellen. Aus dem protoplasmatischen Leibe dieser Zellen sollten nach dem Lumen des Canälchen Fortsätze, die »Spermatoblasten« auswachsen, in deren verbreitertem gelappten Endedie Spermatozoen in Gruppen von 8—12 ohne Betheiligung des Zellkernes entstehen. Die übrigen Bestandtheile des Canälcheninhaltes hält v. Ebner für farblose Blut-

körperchen, die aus Lymphräumen einwandern, sich dann stark vergrössern und durch fortgesetzte Theilung die Brut von kleinen Zellen erzeugen, die sich schliesslich und zwar gleichzeitig mit der Entwickelung von Spermatozoen unter Bildung von Eiweisskugeln auflösen, so dass sie Klaus als Samensaft- oder Samenflüssigkeitszellen auffasst.

Nach einer dritten Theorie von la Valette sind es ebenfalls die Spermatogonien oder Ursamenzellen, die Stützzellen Merkel's, die als der Ursprung der Samenfäden zu betrachten sind. Durch einen energischen Proliferationsprocess vermehren sich dieselben und stellen die Zellsprossen oder »Spermatogemmen« dar, die in das Lumen der Canälchen hineinwachsen und von den ebenfalls gewucherten Follikelzellen la Valette's (runden Hodenzellen) in Gestalt einer dünnen, nur schwer erkennbaren Haut, der »Cystenhaut« umhüllt werden, die mit der Reife der ersteren wieder schwindet.

Den Vorgang der Spermabildung hat zuerst Kölliker zu erklären versucht. Nach ihm sollten Kopf und Schweif aus dem Kern der Samenzelle hervorgehen. Henle und Schweigger-Seidel, la Valette, Merkel, Sertoli behaupteten dagegen, dass die Köpfe der Spermatozoen nur metamorphosirte Kerne darstellen, während die Schweife aus dem Zellleibe hervorgehen. Die Umwandlung soll in der Weise erfolgen, dass der stets ovale Kern, der sich an dem einen, der Peripherie des Canälchens zugekehrten Ende der Mutterzelle befindet, immer mehr nach aussen rückt und hierbei eine kegelförmige Gestalt erhält, deren Spitze nach der Oberfläche zu gerichtet ist. Seine Granulirung verschwindet darauf allmälig, macht einer mehr homogenen glänzenden Beschaffenheit Platz, und wandelt sich dann in den Kopf um. Der Schwanz tritt schon vorher auf. Nach neueren Angaben von v. Brunn zeigen diejenigen Rundzellen, welche die vorhin geschilderte Kernveränderung zeigen, im peripherischen Theile ihres Protoplasma die Schwänze spiralig aufgerollt. v. Brunn fasst dieselben als einen Protoplasmafaden im Gegensatz zum Paraplasma Kuppfer's auf. Dieser Faden ist der Axenfaden des ganzen Schwanzes, und die weiteren Veränderungen geschehen durch Auflagerungen aus dem Protoplasma der Zelle. Dieselbe erfolgt im Bereiche des Hauptstückes immer früher als in dem des Verbindungsstückes.

Mit dem Uebergange der Tubuli contorti in die Tubuli recti, die gewöhnlich mit einer trichterförmigen Verengerung der ersteren erfolgt, ändert sich die Einrichtung der letzteren. Zunächst verschwindet bei den meisten Hausthieren eine besondere, von der Umgebung differenzirte Wand. Dieselbe wird vielmehr von dem etwas verdichteten Bindegewebe der Septula gebildet, auf welchem ein einschichtiges 0,006 *mm* hohes Cylinderepithel mit einem runden Kern von 0,004 *mm* Durchmesser aufsitzt. Nur beim Hunde erscheint die Wand etwas stärker; sie besteht indessen ebenfalls aus Zügen fibrillären Bindegewebes, die auf ihrer nach dem Lumen des Canälchens gerichteten Fläche den geschilderten niedrigen epithelialen Belag aufweisen. — Der Uebergang des zelligen Wandbelages der Tubuli contorti in das Epithel der Tubuli recti erfolgt allmählich in der Weise, dass die sogen. Stützzellen näher aneinanderrücken, ihre ursprüngliche Cylinderform erhalten, während die Keimzellen verschwinden. Diese geschilderte Textur behalten auch die in Rede stehenden Canäle bei ihrem Uebertritt in das rete Halleri bei, so dass Querschnitte des Corpus Highmori Spalten und Lücken von verschiedener Form und Grösse aufweisen, die von einem niedrigen Epithele und dem Gewebe des Corpus Highmori begrenzt werden.

Dieses letztere besteht bei sämmtlichen Hausthieren aus einem kernreichen, fibrillären Bindegewebe, dessen Bündel sich in den verschiedensten Richtungen durchflechten. Neben den Canälen des rete vasculosum finden sich beim Pferde und Rinde ausserordentlich zahlreiche und starke Gefässe eingelagert vor, die beim Pferde vorzugsweise in der Mitte, beim Rinde in der Peripherie des Mediastinum verlaufen. In der Nähe des Kopfpoles werden diese Gefässe seltener und kleiner, und ebenso verschmelzen die Canäle des rete zu einer geringeren Anzahl stärkerer (beim Pferde durchschnittlich 1,0—1,20 *mm*) Ausführungsgänge, die jedoch bis zum Durchtritt durch die Albuginea die Structur der ersteren beibehalten.

Die Zwischenräume zwischen den gewundenen Canälchen werden von lockerem Bindegewebe und darin eingelagerten eigenthümlichen Zellenmassen ausgefüllt, die von Leydig zuerst beschrieben, als Leydig'sche Zwischensubstanz — interstitielle Plasmazellen — bezeichnet werden. Dieselbe ist bei den verschiedenen Hausthierspecies in verschiedener Menge vorhanden; am reichlichsten beim Pferde*), Rinde, Eber und Hunde, am sparsamsten beim Schafbock. Sie fehlt im Corpus Highmori, sowie in dem die Gefässe begleitenden Bindegewebe der Septula, und wird von den Hodencanälchen durch schmale spaltartige Lymphräume getrennt.

Die Zellen der Zwischensubstanz, die entweder einzeln oder zu grösseren Haufen, die in ihrer Form der des Zwischenraumes zwischen den Canälchen entsprechen, angeordnet sind, besitzen beim Hengste meist eine spindel- oder keulenförmige Gestalt von 0,015—0,030 *mm* Länge, 0,009 – 0,015 *mm* Breite, einen runden 0,006 *mm* grossen Kern, erscheinen stark granulirt und enthalten ein gelbliches Pigment. Dieselbe Grösse besitzen die Zellen beim Rinde, enthalten indessen statt des Pigmentes Fett, welches dem Hoden des Stieres die gelbe Farbe verleiht. Beim Eber sind die Zellen halb so gross, von ovaler Form und enthalten weder Pigment noch Fett. Beim Hunde stellen sie spindelförmig angeordnete Reihen dar, welche durch dünne Züge fibrillären Bindegewebes voneinander getrennt und gewöhnlich aus 4—5 Zellen zusammengesetzt sind, die eine durchschnittliche Länge von 0,015—0,018 *mm* besitzen. Die Bedeutung dieser Gebilde ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Henle findet eine grosse Aehnlichkeit mit nervösen Gebilden, konnte indessen einen Zusammenhang mit Nervenfasern nicht feststellen. Kölliker spricht die Zwischensubstanz als embryonales Bindegewebe an; jedenfalls finden wir dieselbe beim neugeborenen Thiere, wo sie den grössten Theil des Hodenparenchyms ausmacht, unverhaltnissmässig reichlicher entwickelt, wie bei dem erwachsenen.

Blut- und Lymphgefässe. Nerven. Die Blutgefässe des Hodens, die von der A. spermat. interna stammen, treten am epididymalen Rande in den Hoden hinein und verzweigen sich theils im Corpus Highmori, von wo aus sie in die Septula hineintreten, theils verlaufen sie geschlängelt in der inneren Schicht der Albuginea nach dem freien Rande des Hodens, wo sie ebenfalls Seitenzweige in die Septula abgeben, die sich ziemlich gestreckt nach dem Centrum hinziehen. Die Capillaren bilden

*) Nach Hofmeister soll sie hier $^1/_3$ des ganzen Hodens ausmachen.

um die Hodencanälchen ein dichtes, aus unregelmässigen Maschen bestehendes Netz. — Die Wurzeln der Lymphgefässe werden nach den Untersuchungen von Ludwig und Tomsa von Spalten gebildet, die um die Hodencanälchen gelegen und von diesen, sowie der Zwischensubstanz begrenzt werden. Diese Spalten öffnen sich in die Lymphgefässe, die die Blutgefässe, häufig in doppelter Zahl begleitend in den Septula verlaufen, die Albuginea in schiefer Richtung durchbohren und an der äusseren Fläche derselben ein dichtes Netz bilden.

Die Nerven des Hodens stammen vom Plexus spermatic. intern. und treten mit den Arterien in den Hoden ein. Nach den Angaben von Letzerich sollen die feinsten Fasern die Membrana propria durchbohren und zwischen dieser und der äussersten Zellenlage in einer dunkel granulirten Protoplasmamasse mit einer glänzenden knopfförmigen Anschwellung enden.

Nebenhoden. Der Nebenhoden wird in ähnlicher Weise, wie der Hoden, von einer Albuginea umhüllt, die sich ähnlich verhält, wie jene des Hodens, sich aber von letzterer durch ihre geringere Stärke unterscheidet. Dieselbe enthält bei dem Pferde zahlreiche Muskelfasern in Bündeln von 0,15—0,20 *mm* Stärke, die theils in der Querrichtung, theils in der Längenrichtung der Epididymis verlaufen, während sie bei den übrigen Thieren ausschliesslich aus einem dichten Netz sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzender Bindegewebsfasern besteht. In das Innere des Organs strahlen von dieser Umhüllung bindegewebige Septa, welche die Läppchen, in die der Nebenhodencanal gelegt ist, von einander trennen, und die auch mit den Bindegewebszügen, welche die einzelnen Windungen dieses Canales miteinander verbinden und gleichzeitig die zahlreichen Gefässe führen, im Zusammenhange stehen.

Die Coni vasculosi zeigen beim Pferde dicht hinter ihrem Ursprung ein Kaliber bis zu 2 *mm*. Sie werden gebildet von einer 0,050 *mm* starken Schicht circulär angeordneter glatter Muskelfasern, der ein 0,030 *mm* hohes, mehrschichtiges Cylinderepithel aufsitzt. Dasselbe besteht zunächst aus einer, der Muscularis unmittelbar anliegenden Schicht rundlicher Zellen, welcher nach dem Lumen 0,021 *mm* hohe, schmale cylindrische Zellen folgen.

In der Folge der Vereinigung der Coni vasculosi zum Nebenhodencanal ist das Kaliber des letzteren stärker (1,20—1,30 *mm*). Dasselbe nimmt stetig zu im weiteren Verlaufe dieses Canales nach hinten resp. nach abwärts, und in demselben Masse gewinnt auch die die Wand bildende und aus circulär verlaufenden Fasern bestehende Muscularis, die am Beginn des Vas epididymidis 0,03—0,04 *mm* betrug, an Mächtigkeit. Eine wesentliche Veränderung erfährt ferner die epitheliale Auskleidung des Canales. Dieselbe erreicht beim Beginne des letzteren eine Höhe von 0,09 *mm* und besteht aus mehreren Schichten, deren unterste 0,012 *mm* grosse, unregelmässig geformte, theils polygonale theils rundliche Zellen, mit einem 0,006 *mm* grossen Kern aufweist. In den Zwischen-

räumen derselben stecken die zugespitzten Enden der darauf folgenden sehr schmalen (0,004—0,005 *mm*) und dabei sehr langen (0,060—0,075) Cylinderzellen. Dieselben zeigen, an der Stelle wo der 0,009 *mm* grosse, ovale Kern sich befindet, der immer in der Nähe des Fussendes der Zelle seine Lage hat, eine bauchige Auftreibung, die alternirend bei der einen Zelle tiefer, bei der andern höher zu liegen kommt, so dass die Zellenlage stets zwei übereinander gelagerte Kernreihen erkennen lässt. An ihrer Spitze laufen die Cilien in eine feine 0,009 *mm* lange Cilie aus. — Im Schweife des Nebenhodens wird dieses Epithel allmälig niedriger und verliert, sobald derselbe auf die mediale Seite des Hodens getreten, die Cilien; seine Höhe beträgt hier 0,045 *mm*. Dasselbe ist hier noch mehrschichtig, während am Anfange des Vas deferens ein einschichtiges Cylinderepithel von 0,015 *mm* Höhe vorkommt. Es findet sich ferner die Muscularis nicht mehr einfach circulär angeordnet, sondern die circulären Faseranlagen werden in unregelmässiger Weise von longitudinalen gekreuzt und bilden so den Uebergang zur Wandstruktur des Samenleiters.

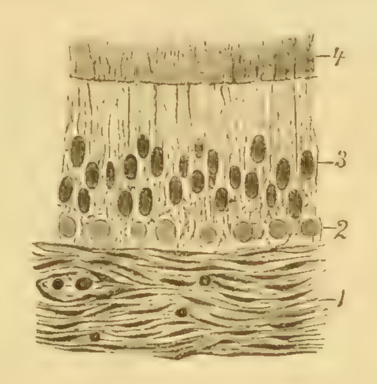


Fig. 199. Wand des Nebenhodencanales vom Pferde. 1. Muscularis, 2. kuglige Zellen, 3. Cylinderzellen, 4. Cilien.

Wie die grob anatomische Einrichtung des Nebenhodens bei allen Hausthieren dieselbe, so auch die mikroskopische, und sind hier höchstens unwesentliche Abweichungen in der Höhe des Epithels, sowie der Stärke der Wandung des Vas epididymidis bei den einzelnen Thierspecies zu verzeichnen.

2. Die Samenleiter.

Mit Ausnahme des Ebers lassen sich bei den Hausthieren zwei Abtheilungen an dem Vas deferens unterscheiden, die sich sowohl durch die Grösse des Kalibers, wie auch durch die histologische Einrichtung voneinander unterscheiden: es sind dies der drüsenlose und der drüsige Theil oder die Ampulle.

Der erstere lässt, etwa an der Stelle, wo er vom Nebenhoden in den Funiculus spermaticus hineintritt, untersucht, in seiner, im Verhältniss zum Lumen des Canales auffallend starken Wand drei Schichten erkennen. Die innerste, das Lumen unmittelbar umgebende stellt eine 0,3 *mm* starke Mucosa dar. Sie besteht aus einem ziemlich dichten Geflecht von fibrillärem Bindegewebe und zahlreichen feinen elastischen Fasern. Ihre Oberfläche ist, besonders bei dem Pferde, in zahlreiche longitudinale Falten gelegt und mit einem einschichtigen Cylinderepithel von 0,015 *mm* Höhe ausgekleidet. Die beschriebene Schicht ist mit der unmittelbar daranstossenden Muscularis fest verbunden, die

hinsichtlich ihrer Stärke, sowie ihrer sonstigen Einrichtung bei den verschiedenen Hausthieren nicht vollständig übereinstimmt. Im Allgemeinen lassen sich zwei in verschiedener Richtung angeordnete Muskellagen unterscheiden, eine innere circuläre und eine äussere longitudinale, die indess niemals scharf von einander gesondert sind. Bei dem Pferde übertrifft die Stärke der äusseren longitudinalen Muskelfaserschicht die der circulären fast um das Doppelte, bei den übrigen Thieren dagegen ist dieselbe im Verhältniss zur letzteren bedeutend schwächer, beim Rinde fast garnicht vorhanden, und besteht aus mehr oder weniger breiten, abgeplatteten Bündeln, die stellenweise und besonders an der Grenze zwischen Kreis- und Längsfaserschicht die erstere durchbrechen und zwischen derselben gelagert sind. Die dritte Wandschicht, die als adventitia bezeichnet werden könnte, besteht aus lockerem, von zahlreichen Gefässen, Nerven, sowie vereinzelten, in longitudinaler Richtung verlaufenden Muskelbündeln durchzogenen Bindegewebe, welches allmälig in das Stratum der das Vas deferens einhüllenden Serosa übergeht.

Bei dem Uebergange dieses drüsenlosen Theiles in die Ampulle tritt neben der Vergrösserung des Kalibers und dem Verstreichen der Längsfalten der Mucosa eine bedeutende Verdickung der letzteren hervor. Sie erreicht beim Pferde in der Mitte der Ampulle eine Stärke von 4,0 *mm*, beim Rinde von 1,80—2,0 *mm*, beim Schafe von 0,80—1,0 *mm*, beim Hunde von 0,40 *mm*. Die Verdickung der Mucosa, welche letztere bei makroskopischer Untersuchung ein schwammiges Aussehen und eine gelbliche Färbung zeigt, wird hervorgerufen durch das Auftreten von acinösen Drüsen, die radiär um das Lumen der Ampulle angeordnet sind und am ausgebildetsten, aber auch am complicirtesten sich in der spindelförmigen Anschwellung der Samenleiter vorfinden. Diese Drüsen besitzen bei dem Pferde die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Basis der Muscularis, deren Spitze dem Lumen der Ampulle zugewendet liegt. Der Quer- und Längendurchmesser der Basis zeigen in der Regel dieselben oder wenigstens annähernd gleiche Dimensionen (1,0—1,50 *mm*); sie zerfällt in mehrere, durch bindegewebige Interstitien voneinander getrennte Hauptlappen, welche wieder aus zahlreichen schlauch- oder birnförmigen, dicht nebeneinander liegenden und von zahlreichen Gefässen und Nerven umsponnenen Terminalbläschen von 0,15 *mm* Länge und 0,07 *mm* Breite zusammengesetzt sind. Durch schmale Bindegewebszüge voneinander getrennt, bildet eine Anzahl derselben ein Läppchen, welches nach dem Lumen der Ampulle zu mit anderen Läppchen einer Drüse sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigen, der verhältnissmässig kurz ist und an seiner Mündung in das Lumen des Samenleiters ein Kaliber von 0,15—0,20 *mm* besitzt. Bei der Untersuchung von Schnitten aus dem Anfangs- und Endtheile der spindelförmigen Anschwellung findet sich eine ständig zunehmende Reduction und Vereinfachung der Einrichtung dieser Drüsen. Dieselben werden kürzer, die Basis schmaler, der Zerfall in Läppchen immer seltener, bis sich schliesslich einfache oder an ihrem Grunde

verästelte, schlauchförmige Drüsen vorfinden, die eine Länge von 0,30 bis 0,50 *mm*, eine Breite von 0,10—0,15 *mm* am Grunde besitzen und sich in dieser Beschaffenheit bis zur Ausmündung des Vas deferens fortsetzen.

Die Terminalbläschen sind an ihrer Höhlenfläche von einem niedrigen, einschichtigen Cylinderepithel ausgekleidet, das in gleicher Höhe und Beschaffenheit in den Ausführungsgängen sowohl, wie auf der Schleimhaut des Centralkanales der Ampulle vorhanden ist. Ausser

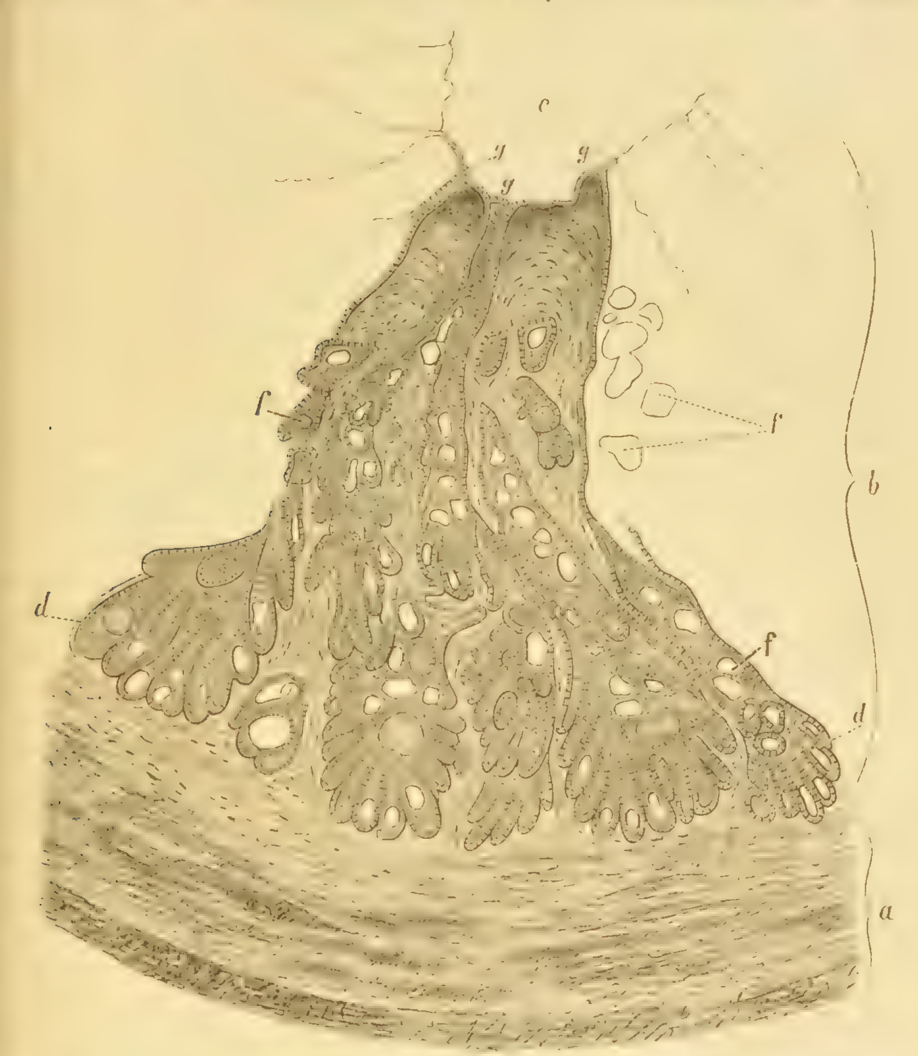


Fig. 200. Ampulle des Pferdes (halbschematisch). *a*) Muscularis, *b)* drüsiger Theil, *c)* Lumen der Ampulle, *d d* Drüsenbläschen, *f f f* Corp. amylacea, *g g g* Mündung der Ausführungsgänge in das Lumen.

Spermatozoen, die sich besonders in der Gegend der Mündung der Ausführungsgänge vorfinden, und kleinen rundlichen Gebilden von 0,04 *mm* Durchmesser, den Kernen untergegangener Epithelzellen, kommen in den Drüsen beim Pferde und Hunde gelbliche Concremente zur Beobachtung, die theils vereinzelt, theils in Haufen vereinigt in den

Terminalbläschen oder Ausführungsgängen liegen. Sie besitzen in der Regel eine rundliche, zuweilen mehr eckige Form, und lassen in ihrer Peripherie concentrische Streifungen (Schichtungen) erkennen, während die Mitte häufig feinkörnig erscheint. Diese Concretionen werden als Corpora amylacea bezeichnet und finden sich auch in gleicher Gestalt in den Vesiculae seminales, sowie in der Prostata (Prostatasteine) vor.

Bei den Wiederkäuern ist die Einrichtung der Mucosa eine ähnliche. In einem bindegewebigen, von zahlreichen Gefässen durchzogenem Stratum finden sich zahlreiche, theils rundliche, theils ovale Bläschen, die gruppenweise angeordnet, dicht nebeneinander liegen, und nur durch dünne Züge concentrisch verlaufender Fibrillen von einander getrennt sind. Sie erstrecken sich von der Oberfläche der Schleimhaut bis zur Muscularis. Die Terminalbläschen erreichen beim Rinde einen Durchmesser von 0,15—0,30 *mm* beim Schafe einen von 0,10 *mm* und sind ebenfalls mit einem einschichtigen cylindrischen Epithel ausgekleidet, welches sich auch in den Ausführungsgängen, sowie auf der Oberfläche der Mucosa vorfindet. Dicht unter der Oberfläche der letzteren vereinigen sich die einzelnen Gruppen der Drüsenbläschen zu einem kurzen, weiten Ausführungsgange.

Bei dem Hunde differenzirt sich die Ampulle in Folge einer nur schwachen Zunahme im Querdurchmesser in geringem Grade von dem übrigen Theile des Vas deferens. Nichtsdestoweniger ergiebt auch hier die mikroskopische Untersuchung der 0,40 *mm* starken Mucosa eine acinös drüsige Einrichtung derselben. Die Form der einzelnen Bläschen ist eine mehr ovale, Längendurchmesser derselben 0,1—0,2 *mm*, ihre Breite von 0,06—0,08 *mm*. An ihrer Höhlenfläche werden dieselben von einem 0,008 *mm* hohen Epithele ausgekleidet.

3. Vesiculae seminales.

Die Samenbläschen stellen bei dem Pferde blasenartige Gebilde dar, deren Wandungen drei Schichten erkennen lassen. Die äusserste Schicht wird theils von dem adventitiellen Bindegewebe, welches die Samenbläschen mit der Prostata, dem Mastdarm und der Harnblase verbindet, theils von der Serosa des Peritoneum gebildet, welche den vorderen Theil derselben überzieht. Die mittlere Schicht besitzt die bedeutendste Stärke und besteht aus Bündeln glatter Muskelfasern, die in verschiedenen Richtungen, vorzugsweise aber in longitudinaler und circularer verlaufen, und zwar in der Weise, dass die innerste neben der Schleimhaut befindliche Muskelfaserschicht eine longitudinale ist, nach aussen von derselben eine schwächere circulare und hierauf wieder eine in longitudinaler Richtung verlaufende Lage folgt. Die innerste Schicht ist eine Schleimhaut, welche mit der Muscularis durch ein lockeres, submucöses Bindegewebe verbunden ist. Dieselbe ist gelblich gefärbt und zeigt zahlreiche, nicht verstreichbare Falten, die theils longitudinal, theils transversal verlaufen, in der Nähe des Ausführungsganges niedriger werden und dort allmälig verschwinden.

Die Oberfläche der Schleimhaut ist zunächst von einem niedrigen Cylinderepithel überzogen, dessen Höhe 0,006 *mm* beträgt. Die hierunter gelegene Propria mucosae schwankt in ihrer Stärke zwischen 0,30—0,40 *mm*. Sie besteht im Wesentlichen aus sich durchflechtenden Bündeln eines kernhaltigen, fibrillären Bindegewebes, in welchem sich feine elastische Fasern vorfinden. In dieses Stratum sind ungemein zahlreiche Drüsen dicht nebeneinander gelagert, deren Form am besten als eine Zwischenform zwischen tubulösen und acinösen Drüsen aufgefasst wird, indem die schlauchförmigen Theile stark gewunden und geknickt verlaufen und häufig mit zahlreichen rundlichen Ausbuchtungen besetzt sind. Die Länge der Drüsen entspricht im Allgemeinen der Dicke der Schleimhaut und schwankt zwischen 0,30—0,40 *mm*. Die Breite derselben beträgt am Grunde 0,030—0,035 *mm*, dieselbe nimmt gegen die Mündung der Schläuche wesentlich ab und beträgt hier meist nur 0,015 *mm*. Einen besonderen Ausführungsgang besitzen diese Drüsen nicht. Auf einem Flächenschnitt erscheinen die Mündungen derselben als runde oder ovale Oeffnungen, deren Rand mit Cylinderepithel ausgekleidet ist. Die Ausmündung der Drüsen findet sich vorzugsweise in den von den oben beschriebenen Falten gebildeten Buchten der Schleimhaut vor, in denen sich auch häufig mehrere Drüsenschläuche zu einer gemeinschaftlichen Mündung vereinigen. — Die Drüsen sind von einer schmalen Zone eines verdichteten, concentrisch angeordneten fibrillären Bindegewebes umgeben, der ein Cylinderepithel von gleicher Höhe und Beschaffenheit aufsitzt, wie jenes der Schleimhautoberfläche. Der Inhalt derselben besteht häufig aus denselben gelblichen Concrementen, die bereits in den Ampullen der Vasa deferentia beschrieben worden sind. — Auch die Schleimhaut des Ausführungsganges der Vesiculae seminales enthält noch zahlreiche, rundliche oder ovale, Corpora amylacea enthaltende Ausstülpungen von 0,10—0,12 *mm* Länge, die erst kurz vor der Ausmündung desselben in die Urethra aufhören. Die epitheliale Auskleidung des Ganges sowohl, wie der erwähnten Einstülpungen stimmt mit der Schleimhaut der Samenbläschen und ihrer Drüsen vollkommen überein. Die Wand des Ausführungsganges wird von einer 0,10 *mm* starken Bindegewebsschicht gebildet, welche nach aussen mit den Balken des umgebenden cavernösen Gewebes im Zusammenhange steht.

Der Inhalt der Samenbläschen besteht aus einer gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die grösstentheils Mucin und nur geringe Mengen von Eiweiss enthält. An corpusculären Elementen sind ausser abgestossenen Cylinderepithelien und den Molecülen eines gelben Pigmentes häufig die crystallinischen Sedimente der Drüsenschläuche zu bemerken. Spermatozoen finden sich nicht vor.

Bei den Wiederkäuern und dem Schweine erscheinen die analogen Organe compact drüsig gebaut mit höckriger und gelappter Oberfläche, welche von einer derben Hülle überzogen sind, die sich auch zwischen die Läppchen der Drüse fortsetzt. Die mikroskopische

Untersuchung der letzteren ergiebt zunächst, dass das in der Peripherie und zwischen den Tubuli der Drüse befindliche Gewebe zum grossen Theile aus organischen Muskelfasern besteht. Von dieser peripherischen Muskelschicht strahlen nun Fortsätze, die theils aus fibrillärem Bindegewebe, theils aus Muskelfasern bestehen, in das Innere der Lappchen ein, verlaufen nach dem Centrum derselben und zerlegen jeden Lobulus in 4—5 rundlich geformte Unterabtheilungen, deren Durchmesser von 1,30—1,50 *mm* schwankt und welche aus Drusenbläschen und einem dieselben umgebenden fibrillaren Bindegewebe zusammengesetzt sind. Die Form der einzelnen Drüsenbläschen ist theils rund, theils oval, theils durch gegenseitige Compression unregelmässig gestaltet; ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,30—0,50 *mm*. Die epi-



Fig. 201. Schnitt aus der Vesicula seminal. des Rindes. *a a* Drüsenbläschen, *b* interacinöses Gewebe

theliale Auskleidung besteht aus einem Cylinderepithel, dessen Höhe 0,25 *mm* betragt. — In dem Centrum eines jeden Lappchens befindet sich eine meist unregelmässig gestaltete Oeffnung von durchschnittlich 0,60 *mm* Weite, deren Wand aus Bindegewebe und einem Epithelüberzuge von der angegebenen Höhe und Beschaffenheit besteht. Diese Oeffnung ist der transversale Durchschnitt des Ausführungsganges des Lappchens, in welchen hinein die Drusenblaschen mit ihren 0,015 *mm* breiten Gangen münden. Aus der Vereinigung aller dieser Ausführungsgange geht nun ein 8—10 *mm* weiter Hohlraum hervor, der an der lateralen Seite der hinteren Abtheilung des Organs liegt und mit einer weisslichen, in zahlreiche niedrige Falten gelegten Schleimhaut ausgekleidet ist. Diese letztere ist drüsenlos und besteht aus einem bindegewebigen, Muskelfasern enthaltenden Stratum, welche das Epithel der

Gänge trägt. Eine ähnliche Structur zeigt die Wand des gemeinschaftlichen Ausführungsganges, die ausserdem noch von einer 0,90 *mm* starken Lage circulär verlaufender glatter Muskelfasern umgeben wird.

Bei dem Schweine weist die Einrichtung der in Rede stehenden Organe insofern bemerkenswerthe Unterschiede auf, als die äussere Hülle derselben nur schwach ist und sich darin nur sparsam Bündel glatter, sich in verschiedener Richtung durchkreuzender Muskelfasern vorfinden. Die Terminalbläschen sind dagegen sehr gross (0,40—0,60 *mm*). Sie sind gebildet von einer 0,15—0,20 *mm* breiten Schicht concentrisch verlaufender Bindegewebsfibrillen und einem niedrigen Cylinderepithel von 0,009 *mm* Höhe Im Innern dieser Bläschen finden sich häufig crystallinische Sedimente vor, welche theils die Form eines Keiles, theils von rhombischen Tafeln, theils eine ganz unregelmässige Gestalt besitzen und auf Salzsäurezusatz verschwinden. Die Ausführungsgänge verhalten sich hinsichtlich ihrer Struktur wie bei den Wiederkäuern.

4. Prostata.

Obgleich die Vorsteherdrüse bei allen unseren Hausthieren zu den acinösen Drüsen gerechnet werden muss, so zeigt dieselbe dennoch bei den einzelnen Species gewisse Besonderheiten, die sowohl die Anordnung des Drüsengewebes zu den Ausführungsgängen resp. diese letzteren selbst, wie auch die Einrichtung des interstitiellen Gewebes betreffen. In ersterer Hinsicht können wir unsere Hausthiere in zwei Hauptgruppen ordnen. Zu der ersten gehört das Pferd. Bei diesem Thiere verzweigt sich jeder der 36—50 Ausführungsgänge baumförmig; es entstehen hierdurch Läppchen von kegel- oder pyramidenförmiger Gestalt, deren Basis an der Peripherie der Prostata, deren Spitze an der Ausmündung des Ausführungsganges gelegen ist. Die Wände dieses Canalwerkes sind überall mit rundlichen Ausbuchtungen versehen, die wir als Terminalbläschen ansprechen müssen und die somit unmittelbar sich in den Hohlraum des Ganges öffnen. Auf der anderen Seite finden wir rundliche Terminalbläschen, welche traubenförmig um den im Centrum eines Drüsenläppchens gelegenen Ausführungsgang gruppirt sind, der entweder direct und ohne mit den Ausführungsgängen benachbarter Läppchen zu communiciren in die Harnröhre einmündet (Schafbock, Eber, Fleischfresser), oder der sich erst mit den Gängen in der Nähe gelegener Läppchen zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigt (Rind). Neben diesen drüsigen Bestandtheilen findet sich ein Zwischengewebe, welches nach Species, Alter u. s. w. verschieden entwickelt, in Form von Balken oder Strängen strahlenförmig das Organ vom Colliculus seminalis nach der Peripherie der Prostata durchzieht und zwischen ihren Maschenräumen die kleineren und grösseren Gruppen der Drüsenbläschen aufnimmt. Dasselbe besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und zum grossen Theil aus glatten Muskelfasern, die zu Bündeln von verschiedener Mächtigkeit angeordnet, in den verschiedensten Richtungen verlaufen und nicht

nur hier, sondern auch auf der Oberfläche der Drüse, welche sie hüllenartig überziehen, anzutreffen sind.

Dieser Skizze des Baues der Gl. prostatica entsprechend, finden wir daher bei der mikroskopischen Untersuchung derselben zunächst bei dem Pferde, und zwar sowohl auf Längs-, wie auf Querschnitten eine Anzahl mehr oder weniger weiter Lumina, die in Gruppen zusammenliegend durch 0,04—0,30 *mm* breite Interstitien voneinander getrennt sind. Die Form und Grösse dieser Lumina, die offenbar den quer durchschnittenen Gängen entsprechen, variirt. Die grösseren treten als 2—3 *mm* breite, mit blossem Auge auf jedem Durchschnitt der Drüse wahrnehmbare ovale Spalten hervor, die kleinsten schwanken in ihrem grössten Durchmesser zwischen 0,30—0,50 *mm* und besitzen meist eine rundliche Form. Kurz vor ihrer Ausmündung in den Sinus uro-genitalis nehmen die Kanäle ebenfalls an Stärke ab, so dass der Durchmesser derselben durchschnittlich nur 0,80 *mm* beträgt. — Die Wand, welche diese Lumina begrenzt, ist niemals glatt; sie zeigt stets in das Lumen vorspringende und unregelmässig gestaltete Hervorragungen, zwischen welche Buchten von verschiedener Tiefe und Breite gelegen sind. In unmittelbarer Umgebung dieser letzteren finden sich die rundlichen oder ovalen Acini vor, die theils einzeln gelegen sind, theils in Gruppen von 5—6 vereinigt das Aussehen einer Traube besitzen. Ihre Länge schwankt zwischen 0,045—0,075 *mm*, ihre Breite zwischen 0,030 bis 0,035 *mm*. Sie enthalten häufig Corpora amylacea und münden stets mit einer sehr weiten Oeffnung in den Ausführungsgang ein. Liegen die Acini isolirt, so verengt sich häufig das Lumen derselben kurz vor der Ausmündung flaschenhalsähnlich; liegen sie in Gruppen

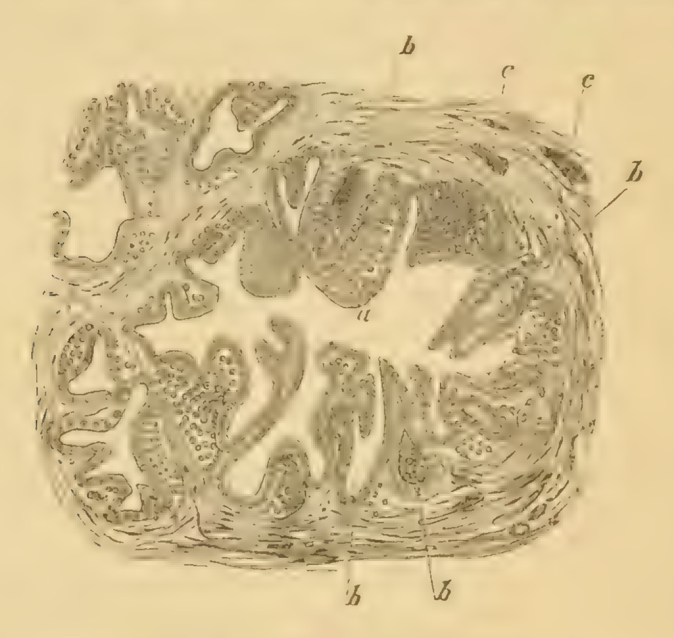


Fig. 202. Prostata des Pferdes.
b) Drüsenraum, *b b b b)* Terminalbläschen, *c c)* Muskelbündel.

vereinigt, so verbinden sich dieselben zu einem gemeinschaftlichen weiten, aber kurzen Gange, der ohne scharfe Grenze in die Ränder der vorhin beschriebenen Buchten übergeht.

Was die feinere Einrichtung der Drüsensubstanz anbelangt, so besitzen weder die Gänge noch die Acini eine Tunica propria. Die Wand derselben wird von dem umgebenden interstitiellen Gewebe gebildet, in welchem in der Nähe derselben zahlreiche glatte Muskelfasern eingelagert sind. Das aufsitzende Epithel ist in den Gängen sowohl, wie in den Acini stets ein einschichtiges Cylinderepithel von 0,012 *mm* Höhe. Die Zellen desselben besitzen eine Breite von 0,005 *mm*, einen matt granulirten Leib und einen in der Nähe des Fussendes gelegenen, 0,0045 *mm* grossen rundlichen Kern.

Das interstitielle Gewebe zerfällt in solches, welches die einzelnen Drüsenabtheilungen, deren jede also einen Hauptausführungsgang mit allen seinen Seitenzweigen und deren Acini umfasst, verbindet, und welches aus lockerem Bindegewebe besteht, welches von vereinzelten Zügen glatter Muskelfasern und zahlreichen grösseren Gefässen durchzogen wird — interlobuläres Gewebe —, und in solches, welches die einzelnen Gänge resp. deren bläschenförmige Ausstülpungen einer Drüsenabtheilung miteinander vereinigt. Dieses letztere besteht vorzugsweise aus glatten Muskelfasern, die ihren Ursprung von der die Oberfläche der Prostata überziehenden und von den Ausstrahlungen des M. Wilsonii gedeckten Lage glatter Muskelfasern nehmen, in der Drüse die sämmtlichen Gänge eines Läppchens mit einer starken Schicht umhüllen, sich ferner zwischen die einzelnen Gänge fortsetzen und dem Verlaufe derselben folgend, sich nach dem Colliculus seminalis hinziehen und hier theils in die Balken des Venennetzes der Harnröhre einstrahlen, theils die Ausführungsgänge mit einem 0,15—0,20 *mm* starken Muskelringe umgeben. In den peripherischen Abtheilungen der Drüse zeigen die in dem bindegewebigen Stratum eingelagerten Fasern keine bestimmte Anordnung, dieselben verlaufen vielmehr in der unregelmässigsten Weise, wobei sie die äussere Fläche der Gänge in den verschiedensten Richtungen umspinnen. Von dem interlobulären Gewebe treten zahlreiche Gefässe in dieses Muskellager hinein, die sich in der Nähe der Gänge in Capillaren auflösen, welche in unmittelbarer Nähe der Acini verlaufen, von dem Epithel derselben indess stets durch eine schmale fibrilläre Bindegewebslage getrennt sind. Nach den Untersuchungen von Leydig ist die Prostata des Pferdes ferner ungemein reich an Nerven und Ganglien, die theils an der Oberfläche der Drüse, theils in den Zwischengewebszügen derselben ihre Lage haben.

Das in früher Jugend castrirte Pferd zeigt einige Abweichungen von dem beschriebenen Verhalten. Als solche findet sich zunächst, dass die Wand der Canäle meist glatt erscheint, und dass nur an Gängen kleineren Kalibers die beschriebenen Einstülpungen, die dann gewöhnlich einfach sind, auftreten. Das Epithel ist niedriger und beträgt die Höhe desselben 0,008 *mm*. Das Zwischengewebe ist stärker entwickelt. In geringster Menge findet sich dasselbe stets bei dem neugeborenen Füllen vor, wo die Drüsengänge, die sich im Uebrigen so verhalten, wie bei dem erwachsenen

Pferde, dicht aneinanderliegen und meist nur durch 0,10—0,20 *mm* breite Interstitien voneinander getrennt sind.

Was die Struktur der Prostata der übrigen, der zweiten oben erwähnten Gruppe angehörigen Hausthiere anbetrifft, so ist zu bemerken, dass die nur schwach entwickelte Vorsteherdrüse des Rindes, Schafes und Ebers nach hinten zu ohne Unterbrechung in ein Drüsenlager übergeht, welches das Beckenstück der Urethra ringsum (Eber) oder nur an den oberen und den Seitenwänden (Rind, Schaf) umgiebt. Da die Einrichtung dieses Drüsenlagers stets mit jenen der Prostata der betreffenden Thierspecies übereinstimmt, so kann man dasselbe als zur Vorsteherdrüse gehörig betrachten, und soll daher auch bei der folgenden Darstellung bei dieser Drüse seine Erledigung finden.

Die Vorsteherdrüse des Rindes, Schafbockes, Ebers und Hundes besteht aus zahlreichen, dicht aneinander liegenden pyramidenförmigen Läppchen, die auf einem Querschnitt radiar um das Lumen der Harnröhre angeordnet sind, und deren jedes durch interstitielle Gewebszüge in eine Menge kleinerer Seitenläppchen zerfällt, die sich aus mehreren (3—5) ovalen, häufig auch ausgeprägt schlauchförmigen Acini zusammensetzt. Dieselben besitzen beim Rinde eine Länge von 0,15, eine Breite von 0,009, beim Eber eine Länge von 0,045—0,60, beim Hunde 0,14—0,20 *mm*. Sie vereinigen sich bei dem Rinde zu einem schmalen Ausführungsgange, der sich im Innern des Drüsenläppchens mit den übrigen Gängen des letzteren unter spitzem Winkel zu einem in der Mitte des Läppchens verlaufenden gemeinschaftlichen Ausführungsgange von 0,15 *mm* Stärke vereinigt, der in seinem weiteren Verlaufe nach der Harnröhre noch die zahlreichen Ausführungsgänge der benachbarten Drüsenläppchen aufnimmt. Bemerkenswerth ist, dass der Hauptausführungsgang in der Regel etwas geschlängelt durch das Balkenwerk des die Harnröhrenschleimhaut unmittelbar umgebenden Venennetzes verläuft, häufig ampullenartige Erweiterungen zeigt und dann in 0,045 *mm* hohe Längsfalten gelegt ist, stets aber bei seiner Ausmündung enger (0,10 *mm*) erscheint, wie bei seiner Entstehung. Die Prostata des Ebers, des Hundes und Schafbockes unterscheidet sich von den soeben geschilderten Verhältnissen dadurch, dass der Ausführungsgang eines jeden Hauptläppchens gesondert in die Harnröhre mündet. Dieselben liegen meist in der Mitte des Drüsenläppchens und erweitern sich, namentlich beim Eber in der nach dem Harnröhrenlumen zu gerichteten Abtheilung desselben. In Betreff des feineren Baues der soeben erwähnten Drüsenbestandtheile muss zunächst hervorgehoben werden, dass die Drüsenacini bei sämmtlichen in Rede stehenden Thiergattungen einer Membrana propria entbehren, und dass die Wand derselben lediglich von dem umgebenden Gewebe hergestellt wird, welchem das Epithel unmittelbar aufsitzt. Dasselbe ist überall einschichtig und stellt ein hohes Cylinderepithel dar, welches bei den Wiederkäuern und dem Hunde eine Höhe von 0,015 *mm*, bei dem Eber von 0,009 *mm* besitzt. Die einzelnen Zellen besitzen einen schwach granulirten Zellleib und einen im Verhaltniss zur Länge der Zelle nur kleinen rundlichen Kern, der seine Lage stets in der Nähe der Aussen-

wand des Bläschens hat. Ebensowenig wie die Acini besitzen auch die Ausführungsgänge eine Basalmembran. Die epitheliale Auskleidung derselben, die ebenfalls stets einschichtig ist, ist in den kleineren Gängen bei Rind, Schaf und Hund stets niedriger (0,006 *mm*), wie in den Acini, bei dem Eber ebenso gross. Der Uebergang des Bläschenepithels in das Gangepithel erfolgt plötzlich. Bei sämmtlichen Thieren erfolgt mit der Zunahme des Kalibers der Ausführungsgänge eine Vergrösserung des Epithels, so dass dasselbe an der Ausmündung 0,015 *mm* beträgt. Gleichzeitig hiermit erfolgt auch eine Verstärkung und deutlichere Differenzirung der aus fibrillärem Bindegewebe bestehenden Wandschicht von der Umgebung.

Das Zwischengewebe besteht aus einem dichten Stratum von fibrillärem Bindegewebe mit eingestreuten elastischen und Bündeln glatter Muskelfasern. Letztere sind ganz besonders stark entwickelt bei dem Hunde, wo dasselbe fast ausschliesslich das Balkengewebe in den peripherischen Abtheilungen der Drüse bildet. In den in der Nähe der Urethra gelegenen Partien derselben sind bei allen Thieren die Muskelfasern weniger reichlich zu constatiren und verschwinden endlich in den Balken des die Harnröhre umgebenden Venennetzes vollständig. Ihre Verbreitung in der Drüse, und namentlich um die Drüsenbläschen, sowie ihr Zusammenhang mit der die Oberfläche der Prostata deckenden Hülle verhält sich so, wie bei dem Pferde.

5. Cowper'sche Drüsen.

Die Cowper'schen Drüsen des Pferdes unterscheiden sich in Betreff ihrer Structur nicht wesentlich von der der Prostata desselben. Unterschiede sind nur insofern zu bemerken, als die Acini, die ebenfalls in directer Verbindung mit den Gängen stehen, reichlicher entwickelt sind, wie bei der Prostata, so dass die Ausführungsgänge auf einem Querschnitt meist von einer 0,40 *mm* breiten Lage von Drüsenbläschen umgeben erscheinen. Das interstitielle Gewebe ist ferner bedeutend schwächer, wie bei der Vorsteherdrüse, jedoch lässt sich auch hier sowohl, wie bei den übrigen Hausthieren die Wahrnehmung machen, dass das Drüsengewebe im Verhältniss zu dem Zwischengewebe beim Hengste stets stärker entwickelt ist, wie bei dem castrirten Pferde. Das letzterwähnte Gewebe besteht vorzugsweise aus Bindegewebe und elastischen Fasern, zu welchen in der Nähe der Acini glatte Muskelfasern kommen, die jedoch weniger massenhaft auftreten, wie bei der Vorsteherdrüse. Dagegen treten von der Oberfläche der Drüse zahlreiche Bündel quergestreifter Muskelfasern hinein, welche sich in der peripherischen Abtheilung der Drüse um die Läppchen derselben verbreiten.

Die Gl. Cowperi der **Wiederkäuer** wird ebenfalls an ihrer Oberfläche von einer fibrösen, in ihrer der Drüse zugewandten Schicht glatte Muskelfasern führenden Hülle überzogen, welche mit dem das Drüsengewebe tragenden Balkenwerk im Zusammenhang steht. Dieses letztere ist in den centralen Theilen der Drüse, sowie in jenen, welche in der Nähe der Ausführungsgänge gelegen sind, stets reichlicher vor-

handen, wie in den peripherischen, wo Drüsenbläschen dicht an Drüsenbläschen gelegen ist, und dieselben nur durch eine äusserst dünne Bindegewebsscheide von einandergetrennt sind. In den breiten, zwischen den grösseren Drüsenabtheilungen befindlichen Interstitien sind ebenfalls neben glatten viele quergestreifte Muskelfasern zu constatiren. — Die Form und Grösse der Drüsenbläschen schwanken; die erstere ist meist oval oder rund; bezüglich der Grösse derselben ist leicht wahrzunehmen, dass die in der Peripherie der Drüse gelegenen stets grösser (0,049—0,09 *mm*) sind, wie die in der Nähe der Gänge befindlichen (0,016—0,039 *mm*). Eine Membrana propria fehlt; der Wand des Drüsenbläschens sitzt bei dem Bullen ein einschichtiges Cylinderepithel auf. Die einzelnen Zellen desselben erscheinen in den kleineren Drüsenbläschen kegelförmig, in den grösseren besitzen sie die Form hoher schmaler Cylinderzellen; der Kern ist stets an dem basalen Ende der



Fig. 203. Cowpersche Drüse des Bullen.

schwach granulirten Zellen gelegen. In den Acini des Ochsen, Schafbockes und Ebers konnte Schneidemühl ferner Gebilde von halbmondförmiger Gestalt beobachten, die dem peripherischen Theile der Drüsenbläschen anliegen und die er als untere jüngere Zellenlage anspricht und mit den Halbmonden Gianuzzi's vergleicht. Das Epithel der Gänge mittleren Kalibers ist bei dem Bullen ein kubisches, bei dem Kalbe und Ochsen dagegen doppelschichtig; in den Gängen grössten Kalibers stellt dasselbe ein hohes Cylinderepithel mit runden, in der Mitte der Zelle gelegenen Kernen dar. Bei dem Schafbocke findet sich in allen Gängen ein einschichtiges Cylinderepithel vor, welches sich durch die Lage des Kernes in der Mitte des Zellleibes von dem der Acini unterscheidet.

Die epitheliale Auskleidung der Drüsenbläschen des Ebers, die sich bezüglich ihrer Entwickelung nach Zahl und Grösse, sowie nach ihrer Form wie bei den Wiederkäuern verhalten, besteht aus theils cylindrischen, theils pyramidenförmigen Zellen, die der Gänge aus einem doppelschichtigen niedrigen Cylinderepithel. Der gemeinschaftliche Aus-

führungsgang besitzt bei seinem Austritte aus der Drüse eine Weite von 4—5 *mm*, verengert sich indessen bei seiner Ausmündung in die Urethra bis auf 2 *mm*. Die 0.08 *mm* starke, bindegewebige Wand desselben wird während des Durchtrittes des Ganges durch die Wand der Urethra von Läppchen der Drüsenschicht der Harnröhre umgeben, die mit weiten Oeffnungen in ihn ausmünden. Die Innenfläche des Ganges ist an dieser Stelle mit einer 0,03 *mm* hohen Epithelschicht, bestehend aus einer 2—3 fachen Lage Cylinderzellen, deren oberflächlichste mehr kubisch erscheint, ausgekleidet. Nach dem Verschwinden der letzterwähnten Drüsenläppchen, welches kurz vor der Ausmündung des in Rede stehenden Ganges erfolgt, geht die Wand desselben ohne scharfe Grenze in das Gewebe der Harnröhrenschleimhaut über.

6. **Urethra.** Die Wand des Beckenstückes der männlichen Harnröhre wird von einer Schleimhaut, einem daran stossenden Schwellgewebe und bei einzelnen Thierspecies ausserdem einer in demselben oder um dasselbe gelegenen Drüsenschicht, und endlich von einer Muskulatur gebildet, die theils aus glatten, theils quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt ist.

Die Schleimhaut stellt eine Fortsetzung der Schleimhaut der Harnblase dar. Sie wird bei allen Thieren von einem geschichteten Uebergangsepithele ausgekleidet. Die Mächtigkeit desselben nimmt im Allgemeinen vom Blasenhalse, wo das Epithel stets die grösste Stärke besitzt, nach dem unteren Ende der Harnröhre ab; sie ist aber auch bei den verschiedenen Thierspecies nicht dieselbe; am stärksten erscheint der epitheliale Uebergang stets beim Rind (0,060—0,075 *mm*), während derselbe bei den übrigen Thieren zwischen 0,015—0,020 *mm* schwankt. Bemerkenswerth ist, dass auf den Falten, die sich vom Trigonium Lieutaudii zum Colliculus seminalis hinziehen, sowie auf letzterem selbst, die epitheliale Auskleidung stets eine stärkere Entwickelung zeigt, wie an den umgebenden Partien der Urethralwand.

Das darunter liegende Stratum mucosum stellt ein ziemlich dichtes Gewebe von Bindegewebs- und elastischen Fasern dar, welches von zahlreichen Gefässen durchzogen wird, und in welches ausserdem glatte Muskelfasern einstrahlen, die sich theils in circulärer, theils longitudinaler Richtung verbreiten. Es ist im Allgemeinen drüsenlos. Nur die Harnröhrenschleimhaut des Pferdes weist eigenthümliche, schlauchförmige Einstülpungen auf, die vielleicht als Drüsen anzusprechen sind. Dieselben finden sich dicht zusammenliegend in der Gegend des Colliculus, zu beiden Seiten dieses letzteren sowohl, wie an der Seiten- und unteren Wand der Urethra, besonders in den Längsfurchen der Schleimhaut vor und stellen meist Schläuche von birnenförmiger Gestalt dar. Häufig sind dieselben auch an ihrem Grunde ausgebuchtet und nähern sich dann in ihrer Form mehr acinösen Drüsen. Ausgekleidet sind dieselben von einem einschichtigen, 0,009 *mm* hohen Cylinderepithel, welches bei dem Fehlen einer Basalmembran unmittelbar dem angrenzenden Gewebe aufsitzt und an der Mündung der Drüsen allmählich in das geschichtete Epithel der Schleimhautoberfläche übergeht.

Mit ihrer Aussenfläche stösst die Mucosa an ein engmaschiges Schwellgewebe, mit dessen Balken sie in ununterbrochener Verbindung steht. Dasselbe fehlt bei keinem unserer Hausthiere, obwohl es bei einigen, so namentlich beim Eber nur in geringerem Grade entwickelt ist, und besteht aus zahlreichen Bälkchen und Blättern, die mit Blut erfüllte Räume einschliessen. In den Balken dieses Netzes verlaufen zahlreiche, kleinere Arterien (Zweige der A. pudenda int.) und ebenso auch Bündel glatter Muskelfasern, die theils aus der Prostata, theils von der in der Harnröhrenwand gelegenen Muskulatur herstammen. Das in Rede stehende Schwellgewebe nimmt seinen Ursprung am vorderen Rande der Prostata, und geht am hinteren Ende des Beckenstuckes in das Corp. cavern. urethrae über. Am stärksten ist dasselbe stets in der Gegend des Colliculus seminalis entwickelt, dessen Grundlage es vorzugsweise bildet. Es wird hier von den Vasa deferentia, den Ausführungsgängen der Vesiculae seminales, vom Uterus masculinus, wenn ein solcher vorhanden, und endlich zu beiden Seiten von den Ausführungsgängen der Prostata durchbohrt. In der Medianebene des Colliculus seminalis, sowie in jener Abtheilung desselben, welche unmittelbar unter der Schleimhaut gelegen ist, sind die Balken desselben breiter, die von ihnen umschlossenen Räume kleiner, so dass sich auf einem Querschnitte deutlich ein medianes, vielfach durchlöchertes Septum von der Umgebung abhebt. In seinem weiteren Verlaufe nach hinten wird dieses Schwellgewebe bei dem Pferde schwacher und beschrankt sich auf die obere und die Seitenwände der pars membranacea. Bei den Thieren, deren pars membranacea von einer Drüsenschicht umgeben ist, liegt das Schwellgewebe zwischen dieser und der Schleimhaut, wobei die centralen Läppchen der ersteren haufig in den Balken des Schwellnetzes gelegen und von Bluträumen umgeben sind. — In der Gegend der Cowper'schen Drüsen wird das Schwellnetz von den Ausführungsgängen derselben durchbohrt. Auch hier findet sich in der Medianebene der oberen Wand eine Andeutung eines Septum vor, in welchem, bei dem Pferde besonders, starke Bündel glatter Muskelfasern verlaufen. Vor dem Uebergange in den Schwellkörper des cavernosen Körpers der Harnröhre vereinigen sich die Balken des soeben beschriebenen Schwellnetzes zu einer fibrösen, an ihren Seitenrändern vielfach durchbrochenen Scheide, die nach oben und zu beiden Seiten von dem cavernösen Gewebe des Bulbus urethrae umgeben ist, während es an der untereren Wand der Harnröhre an die Albuginea des corp. cavern. urethrae stösst. In dem Winkel, welcher von der oben erwähnten Scheide und der Albuginea gebildet, verlauft die Art. bulbosa, von den Maschen des Schwellgewebes umgeben. Im weiteren Verlaufe wird das Schwellnetz des Beckentheils der Harnrohre immer schwacher und die vorhin beschriebene Scheide nahert sich mehr und mehr dem Stratum proprium der Urethralschleimhaut, in welches sie schliesslich ganz ubergeht.

Die oben erwähnte und beim Rinde, Schafbock und Eber vorkommende 3–5 *mm* starke Drüsenschicht stellt, wie bereits angeführt, eine Fortsetzung der Prostata dar. Bei dem Bullen und Schafbock um-

giebt dieselbe nur die obere und die Seitenwände der Urethra, während an der unteren Wand nur beim Rinde vereinzelte Drüsenläppchen zu constatiren sind. In demselben Maasse, in welchem bei diesen Thieren die Mächtigkeit der Drüsenschicht abnimmt, steigt andererseits die des cavernösen Gewebes und die des Wilson'schen Muskels. Die Drüsen bestehen theils aus kegel- oder pyramidenförmigen Läppchen (Rind, Eber), deren Längendurchmesser der Stärke der Drüsenschicht entspricht, beim Schafbocke aus mehr rundlichen Läppchen, die an der oberen Wand der Urethra in zwei oder drei Lagen über einander liegen, an den Seitenwänden jedoch meist nur in einfacher Lage vorhanden sind. Sie sind durch schmale, glatte Muskelfasern und Blutgefässe führende Interstitien von einander getrennt, die radienartig von der Peripherie nach dem Lumen der Urethra verlaufen. Die feinere Structur dieser Drüsen ist bereits bei der Prostata beschrieben. Nach hinten erstreckt sich die Drüsenschicht bis zur Ausmündung der Ausführungsgänge der Cowper'schen Drüsen, nachdem zuvor die Mächtigkeit derselben allmählich abgenommen, die Drüsenläppchen beim Rinde und Eber die ausgesprochen kegelförmige Gestalt verloren und eine mehr rundliche von 0,80 – 1,0 *mm* Durchmesser angenommen haben. Beim Eber trennt der Ausführungsgang der Gl. Cowperi bei seinem Durchtritte durch die Harnröhrenwand die Drüsenschicht in eine mediale und laterale Abtheilung, von denen die Läppchen der letzteren direct mit weiten Ausführungsgängen in den soeben erwähnten Canal einmünden.

Die Muskulatur des Beckenstückes der Harnröhre zerfällt in eine innere Lage glatter, und eine äussere quergestreifter Muskelfasern. Die erstere ist eine Fortsetzung theils der Muskulatur des Blasenhalses, theils jener der Prostata und findet sich demgemäss bei allen unseren Hausthieren in der pars prostatica am stärksten entwickelt vor, während sie in der pars membranacea auf einen schmalen Ring reducirt ist, der bei dem Pferde und Hunde an der oberen Harnröhrenwand stärker ist wie an den übrigen Partieen derselben. Sie zerfallt in eine äussere longitudinale und eine innere circuläre Schicht. Beide bestehen aus Bündeln von verschiedener Stärke, die sich vielfach durchkreuzen, die Drüsenläppchen in der Harnröhrenwand umspinnen, und sich in den centralen Abtheilungen der letzteren in feinere Bündel auflösen, die theils in dem Balkenwerk des Schwellkörpers nach hinten verlaufen, theils in die Mucosa hineintreten und sich bis zur Oberfläche derselben verfolgen lassen.

Die quergestreifte Muskulatur, der M. Wilsonii, besteht aus circulären Fasern, die bei den Wiederkäuern und dem Schweine ihren Ursprung von einem breiten, in der Medianlinie der oberen Wand gelegenen und nach hinten an Stärke abnehmenden fibrösen Längsstreifen nehmen, der sich schliesslich in die Albuginea corp. carvern. urethrae verliert. Beim Rinde und Schafe, in dessen pars membranacea die glatte Muskulatur nur mangelhaft entwickelt und vielfach unterbrochen ist, strahlen häufig vereinzelte quergestreifte Fasern in die Drüsenschicht hinein, deren peripherische Läppchen sie umfassen. Bei

dem Pferde und Hunde verlaufen die Muskelfasern nicht ausschliesslich in circulärer Richtung; es finden sich neben diesen, welche die Hauptmasse des Muskelringes ausmachen, zahlreiche longitudinale Bündel, die beim Hunde an der unteren Fläche der Harnröhre zu einem gesonderten Stratum angeordnet, bei dem Pferde in unregelmässiger Weise zwischen den circulären eingelagert sind.

Die Schleimhaut des cavernösen Theiles der Urethra stimmt im Wesentlichen bezüglich ihrer Einrichtung mit der des Beckentheiles überein. Bei allen Hausthieren wird dieselbe von einem geschichteten Epithel ausgekleidet, das je nach der Thierspecies verschieden stark, immer aber aus 2—4 Lagen besteht, von denen die tieferen dem Stratum mucosum anliegenden aus keulen-, cylinder- oder auch spindelförmigen Zellen, die senkrecht zur Oberfläche der Schleimhaut stehen, die oberen Schichten aus kubischen oder mehr platten Zellen mit rundem oder ovalem Kern zusammengesetzt sind. Das Stratum proprium besteht vorzugsweise aus Bindegewebe und elastischen Fasern, sowie vereinzelten Muskelfasern (Pferd, Rind), durchzogen von zahlreichen venösen Gefässen, die auf einem Querschnitte meist als schmale, concentrisch um das Lumen der Harnröhre gelegene Spalten hervortreten. Es ist bei allen Hausthieren, mit Ausnahme des Schweines, vollkommen drüsenlos. Die Schleimhaut der letzterwähnten Thiergattung besitzt ausser den zahlreichen niedrigen longitudinalen Falten, die sich auch bei den übrigen Thieren vorfinden, an ihrer hinteren Wand eine besonders ausgeprägte Längsfalte, die in dem über der Insertionsstelle des Afterruthenmuskels gelegenen Theile der Harnröhre einfach erscheint, während sie sich unterhalb derselben in zwei Leisten spaltet, welche eine longitudinale Rinne begrenzen, in deren Mitte sich eine von zwei seitlichen Furchen begrenzte wallartige Erhabenheit hinzieht. Falten und Furchen lassen sich bis auf eine Entfernung von 2 *cm* von der Spitze des Penis verfolgen. In diese Rinne münden die Ausführungsgänge zahlreicher acinöser Drüschen ein, die auf Quer- und Längsschnitten eine pyramidenförmige Gestalt besitzen und in einer Reihe, dem Verlaufe der Rinne folgend und von den Maschenräumen des corp. cavern. urethrae umgeben, angeordnet sind. Die Drüsen besitzen in der Regel eine Höhe von 0,50 *mm*, eine Breite an ihrer Basis von 0,40 *mm* und sind daher mit blossem Auge auf einem Durchschnitt deutlich bemerkbar, besonders da sie sich von der Umgebung durch ihre gelbliche Farbe abheben. Jede Drüse zerfällt in mehrere, dicht zusammenliegende und durch 0,02 *mm* breite Interstitien getrennte Läppchen von theils kugliger, theils konischer Form, deren Ausführungsgänge sich an der Spitze der Drüse zu einem gemeinschaftlichen 0,04 bis 0,06 *mm* weiten Gange, der entweder gestreckt oder häufig auch schwach gewunden nach der Oberfläche der Schleimhaut verläuft, um dort theils an der Spitze der wallartigen Erhabenheit, theils in die eine oder andere Seitenfurche einzumünden.

Die Drüsenbläschen sind meist oval, von durchschnittlich 0,045 *mm* Länge, 0,030 *mm* Breite. Eine Basalmembran fehlt derselben. Die Bläs-

chen liegen dicht zusammen und werden durch äusserst dünne fibrilläre Zwischenzüge von einander getrennt. Ihre Innenfläche wird von 0,002 *mm* hohen keilförmigen und den Innenraum des Bläschens bis auf eine schmale centrale Spalte ausfüllenden Zellen ausgekleidet, deren stumpfes Ende der Wand aufsitzt, während die Spitze nach dem Centrum des Bläschens zu gerichtet ist. Der Ausführungsgang besitzt dasselbe Epithel, welches kurz vor seiner Ausmündung in das geschichtete Epithel der Harnröhrenschleimhaut übergeht.

Nach aussen steht die Schleimhaut der Harnröhre, deren Stärke im Allgemeinen 0,3 *mm* beträgt, mit den Balken des Corp. cavern. urethrae im Zusammenhange. Dieselben besitzen die Form von drehrunden oder platten Strängen, die vorzugsweise aus meist longitudinal verlaufenden Bündeln fibrillären Bindegewebes, einem dichten Filz starker elastischer Fasern, sowie beim Pferde und Rinde aus glatten Muskelfasern bestehen.



Fig. 204. Drüse aus der Harnröhrenschleimhaut des Ebers.
a) Drüse, *b)* Lumen der Urethra (Längsfurche), *c)* Corp. cavern. urethrae.

Die letzteren treten gewöhnlich in Form von cylindrischen Bündeln auf, die ebenfalls hauptsächlich in longitudinaler Richtung, häufig aber auch in schiefer oder in transversaler Richtung verlaufen. Sie sind theils inmitten der Balken, theils an der Oberfläche derselben, in der Nähe der von ihnen umschlossenen cavernösen Maschenräume gelegen, wobei sie sich häufig an die ebenfalls in den Balken verlaufenden Arterien anlegen. Bei dem Pferde kommen diese Muskelbündel um so häufiger und um so stärker entwickelt zur Beobachtung, je mehr man sich der Albuginea corp. cavern. urethrae nähert. Auch beim Rinde findet sich die Muskulatur, die hier meist die Cavernen unmittelbar umgiebt und deren Entwickelung meist im geraden Verhältniss zur Grösse der von ihnen umschlossenen Räume steht, entsprechend der Zunahme derselben in der peripherischen Abtheilung des Schwellkörpers stets reichlicher vor, wie in den centralen. Ausser diesen Elementen verlaufen endlich in den

Balken grössere und kleinere Gefässe, deren Eigenthümlichkeiten und Verlauf bei dem Penis genauer angegeben werden sollen. — Die Oberfläche der Balken ist mit einem endothelialen Ueberzuge ausgekleidet. Die von ihnen umschlossenen Hohlräume — cavernöse Räume, Cavernen — besitzen eine verschiedene Grösse und Form. Im Allgemeinen erscheinen stets diejenigen Räume, welche in der Nähe der Schleimhaut der Urethra gelegen sind, kleiner, wie jene unter der Albuginea. Sie treten ferner auf dem Querschnitte meist als sternförmige Lücken, auf dem Längsschnitte als longitudinale unregelmässig geformte Spalten hervor. An der Peripherie des corp. cavern. urethrae gehen die Balken in die Albuginea oder Tunica fibrosa über. Dieselbe stellt eine m. o. w. starke Hülle dar, die bei den meisten Hausthieren aus einem derben Bindegewebe untermischt mit elastischen Fasern besteht. Bei dem Pferde und Hunde erscheint sie als eine verhältnissmässig lockere, aus circulär angeordneten Bindegewebsbündeln zusammengesetzte Membran, in deren inneren Abtheilung bei dem Pferde ausserdem zahlreiche longitudinale Züge glatter Muskelfasern gelegen sind. Die äussere Fläche der Albuginea corp. cavern. urethrae ist beim Pferde durch lockeres Bindegewebe mit der die Urethralrinne bildenden Abtheilung der Albuginea des Schwellkörpers des Penis verbunden, während sie bei den übrigen Thieren mit dieser verschmilzt, so dass eine Grenze zwischen beiden nicht besteht.

Das Corp. cavern. urethrae, welches mit zwei kolbenförmigen Anschwellungen, dem Bulbus urethrae, in der Nähe der Wurzel des Penis beginnt, begleitet die Harnröhre bis zu ihrem unteren Ende. Bei dem Pferde erstreckt es sich bis in den cylindrischen Fortsatz der Urethra hinein, wo es zwischen der Schleimhaut der Urethra einerseits und dem visceralen Blatte des Praeputium andererseits, eine einfache Lage cavernöser Raume bildend, gelegen ist; er steht jedoch hier sowohl, wie bei den anderen Hausthieren durch die vielfach durchbrochene und aufgefaserte Albuginea mit dem Schwellkörper der Glans in Verbindung, beim Hunde ausserdem noch mit dem am oberen Ende des Ruthenknochens gelegenen und sich durch ungewöhnlich grosse Bluträume auszeichnenden Schwellknoten, beim Schafe mit den Maschenräumen eines der Penisspitze seitlich aufsitzenden Wulstes. — Der Schwellkörper der Eichel besitzt denselben gröberen Bau, wie der der Urethra. Die in der Peripherie gelegenen Cavernen erscheinen stets geräumiger, wie die in der Nähe der Harnröhre befindlichen. Die Balken derselben vereinigen sich nach aussen zu einer Art Albuginea, einer Grenzmembran, die durch eine lockere Bindegewebsschicht in den cutanen Ueberzug der Eichel übergeht. Die histologische Zusammensetzung der Balken weicht insofern von der des corp. cavern. urethrae ab, als Muskelfasern nur sehr sparsam darin vorkommen, ja sogar vollständig fehlen können (Hund), das elastische Fasernetz dagegen ungemein stark entwickelt ist. Zahlreiche starke Gefässe und Nerven durchziehen im gewundenen Verlaufe ausserdem diese Balken. Der oben erwähnte Wulst beim Schafe hat ebenfalls einen cavernösen Körper zur Grundlage. Derselbe ist mit dem Corp.

cavern. penis durch eine lockere, Gefässe und Nerven führende Bindegewebsschicht verbunden und enthält zahlreiche Cavernen, die sich durch ihre Grösse von denen des Corp. cavern. urethrae auszeichnen. Die Trabekel derselben enthalten, besonders in der Nähe der Maschenräume, Muskelfasern, die meist in Form von Ringen, die die Hohlräume concentrisch umgeben, angeordnet sind. Ausserdem sind die Balken von zahlreichen, stark geschlängelt verlaufenden Gefässen und Nerven durchzogen, von denen Zweige unter die Oberfläche des Wulstes treten und hier ein weitmaschiges Gefässnetz bilden.

7. **Penis.** Die cavernösen Körper des Penis verhalten sich im Wesentlichen bezüglich ihres Baues so, wie jener der Harnröhre. Von einer Albuginea, die sich durch ihre Stärke wesentlich vor der des corp. cavern. urethrae auszeichnet und aus fibrillärem Bindegewebe zusammengesetzt ist, strahlen Trabekel von verschiedener Mächtigkeit in das Innere des cavernösen Körpers hinein und umschliessen Bluträume, die ebenfalls von einem Endothelüberzuge ausgekleidet sind. Diese Trabekel bestehen beim Schafe und Schweine fast nur aus Bindegewebe; nur in den oberflächlichsten Abtheilungen derselben, dicht unter dem endothelialen Ueberzuge findet sich eine einfache Lage glatter Muskelfasern vor. Reichlicher sind diese letzteren beim Rinde und Hunde vorhanden, wo sie als dünne Platten den bindegewebigen Grundstock der Balken überziehen. Am stärksten sind sie jedoch bei dem Hengste entwickelt, wo sie die von den Trabekeln gebildeten Räume bei nicht erigirtem Penis fast vollständig ausfüllen. Auch hier stellen die Balken des Corpus cavernosum rein bindegewebige Stränge dar, die sich mit einander verbinden und von denen aus schmälere, aus mehr lockerem Gewebe gebildete Septa abgehen, welche die Muskulatur in longitudinale Bündel von verschiedener Stärke zerlegen und in Verbindung mit diesen die auf dem Querschnitt oval, spalt- oder sternförmig erscheinenden cavernösen Räume begrenzen.

Eine besondere Erörterung verdient das Verhalten der Gefässe zu diesen Räumen. Der Penis erhält bekanntlich sein Blut von Endzweigen der A. pudenda interna und externa, der A. profunda, A. bulbosa und A. dorsalis penis. Dieselben treten in die cavernösen Körper des Penis und der Harnröhre ein, wo sie in den Balken derselben verlaufen und sich durch ihre stark entwickelte circuläre Muskelfaserschicht auszeichnen. Bei ihrer Verbreitung geben sie unter spitzem Winkel feine Zweige ab, die sich theils in Capillaren auflösen und die Ernährung der Trabekeln und der Albuginea zum Zwecke haben — rami nutritii, theils mit den Cavernen in Verbindung stehen und die Erection des Penis vermitteln. Wie diese letztere Verbindung hergestellt wird, ist noch Gegenstand der Controverse. Es kann jedoch als ausgemacht gelten, dass ganz feine Arterien, ohne in Capillargefässe überzugehen, direct in die Räume der Schwellkörper übergehen. Nach der Anschauung Joh. Müllers, der eine Reihe von Anatomen, darunter auch Hyrtl, Kölliker und Henle folgen, sollen rankenförmig gekrümmte Arterien, die Art. helicinae, deren Vorkommen indess nur auf die

Wurzeln der corp. cavern. penis und auf den bulbus urethrae beschränkt ist, frei in das Lumen der Cavernen hineinragen. Sie sollten blind enden und bei der Erection durch Oeffnungen an ihrer Spitze das Blut hindurchlassen. Nach Valentin, dem sich namentlich Rouget und Langer angeschlossen haben, existiren dagegen derartige Arterien nicht; die Communication zwischen Arterien und den cavernösen Maschenräumen sollte vielmehr durch feine trichterförmige Spalten, die sich in den Winkeln, wo zwei oder mehrere Balken zusammenstossen, vorfinden, bewirkt werden; die Arterien sollten mithin mit einer trichterförmigen Erweiterung in die Venen übergehen. Nach den eingehenden Untersuchungen Eckhard's am Penis des Hengstes endet ein Theil der arteriellen Gefässe in Büscheln, den sogen. Erectionsbüscheln. Dieselben liegen in der Regel einer Cavernenwand an und bestehen aus einer Anzahl (2—10) kolbenförmiger Anschwellungen der Arterie, die durch fadenförmige Sehnenstreifen mit der Wand der Cavernen verbunden sind. Sie besitzen feine Oeffnungen. An den Kölbchen hört die Muskulatur der Arterie plötzlich auf, und ebenso springt dicht am Umfange der Oeffnungen die Adventitia ab, um einen Theil jener oben erwähnten Sehnenstreifchen zu bilden. In Folge des Fehlens der Muskulatur sind die Oeffnungen der Kölbchen durch die Elasticität der übrigen Wandbestandtheile im Zustande der Nichterection geschlossen. — Aus den cavernösen Räumen gehen die Wurzeln der kurzen Venen hervor, welche sich theils zu den Venae profundae und bulbosae vereinigen, theils sich in die Venae dorsales ergiessen, während die den rami nutritii entsprechenden Venen die Albuginea durchbohren und in die benachbarten grösseren Venenstämme übergehen.

Die Corpora cavern. penis, die während ihres Verlaufes durch den Körper und die Spitze des Penis mit einander verschmolzen sind, gehen schliesslich in ein immer mehr sich verjüngendes Endstuck über, in welchem das cavernöse Gewebe allmählich verschwindet, so dass die Spitze desselben ausschliesslich von dem Gewebe der Albuginea gebildet wird. Beim Schafe tritt an diese Stelle eine Trennung der beiden corp. cavernosa ein, deren Fortsetzungen in Form von soliden, drehrunden Strängen die Urethra zu beiden Seiten bis zu ihrer Spitze begleiten, während die obere und untere Fläche derselben von vereinzelten Maschenräumen der Corp. cavern. urethrae bedeckt sind. Um dieses Endstück breitet sich das cavernöse Gewebe der Eichel aus, welches die Grundlage dieses Organes bildet und dessen Structur bereits oben angegeben ist. Es erübrigt hier nur noch, den cutanen Ueberzug derselben zu untersuchen. Derselbe stellt eine Fortsetzung des Praeputium und zwar das viscerale Blatt des letzteren dar und erhält dadurch, dass seine Oberfläche stets glatt und feucht, sowie vollkommen haarlos erscheint, das Aussehen einer Schleimhaut. Das Stratum proprium derselben ist vollkommen drüsenlos, durch einen stark entwickelten und mit geschichtetem Plattenepithel überzogenen Papillarkörper ausgezeichnet und weicht im Uebrigen in seinem Baue nicht

wesentlich von dem anderer Schleimhäute mit cutanem Charakter ab. Es steht, wie bereits erwähnt, durch eine lockere Bindegewebsschicht mit der Albuginea corp. cavern. glandis im Zusammenhange und erhält von hier aus die zahlreichen Gefässe und Nerven, die meist in gerader Richtung nach ihrer Oberfläche verlaufen und sich in dem Papillarkörper verbreiten. Diesen letztern ist an der Uebertrittsstelle des parietalen Blattes der Praeputium auf den Penis nur schwach entwickelt und nur durch vereinzelte flache Erhebungen angedeutet. Erst im weiteren Verlaufe des Blattes nach der Spitze des Penis zu werden die Papillen immer höher und erreichen hier bei mehreren Thierspecies wie z. B. beim Rinde eine Höhe von 0,20—0,30 *mm*. Die Papillen sind meist schmal mit häufig kolbig verdickter Spitze und stehen dicht neben einander, wobei die Zwischenräume zwischen denselben durch starke Epithelmassen ausgefüllt sind. In der Regel verläuft in der Längsaxe dieser Papillen ein centrales Blutgefäss. Bei einzelnen Thieren, so namentlich beim Schafe und Schwein finden sich ausserdem an der Basis der in solchen Fällen stark verbreiterten Papillen Lymphfollikel vor.

7. **Scrotum und Praeputium.** Das Scrotum besteht bei sämmtlichen Hausthieren aus zwei Häuten, von denen die äussere von der allgemeinen Decke, die innere von der Tunica dartos gebildet wird. Die erstere unterscheidet sich von den übrigen Partieen der Haut durch ihre geringere Stärke, durch schwache Behaarung, die in dem verhältnissmässig seltenen Auftreten von Flaumhaaren gegeben, sowie durch die starke Entwickelung ihrer Drüsen. Bei dem Pferde ist der von einer dünnen Epidermisschicht überzogene Papillenkörper der Corium nur schwach entwickelt; die Papillen liegen in grösseren Abständen von einander entfernt, sind niedrig und besitzen meist eine kegelförmige, mit breiter Basis der Coriumoberfläche aufsitzende Gestalt. In der oberen Schicht des Corium, gewöhnlich neben den Haarwurzeln gelegen, finden sich die stark entwickelten Talgdrüsen. Dieselben bestehen meist aus 1 oder 2 ovalen Acini, deren grösster Durchmesser senkrecht zur Oberfläche der Haut liegt und 0,25—0,30 *mm* beträgt. Das Epithel derselben wird von ziemlich grossen, polyedrischen, schwach granulirten Zellen mit bläschenförmigen Kern dargestellt; die Acini selbst sind durch eine dünne, fein gestreifte, mit spindelförmigen Kernen versehene Membran von dem umgebenden Gewebe abgegrenzt. Unterhalb der Talgdrüsen und ebenso reichlich, wie diese, sind tubulöse Drüsen zu constatiren. Sie finden sich meist an Stellen vor, die in ihrer Lage den Zwischenräumen der Talgdrüsen entsprechen, und stellen theils ovale, theils mehr langgestreckte Conglomerate vor, deren Längendurchmesser von 0,90—1,0 *mm* und deren Querdurchmesser von 0,20—0,60 *mm* schwankt. Sie sind aus gewundenen 0,06 *mm* weiten Schläuchen zusammengesetzt, die von einer äusserst dünnen, feinstreifigen Aussenmembran und einem darauf sitzenden niedrigen Cylinder- oder kubischen Epithel gebildet werden. Dieselbe Structur zeigen auch die Ausführungsgänge, die ziemlich gestreckt in den Zwischenräumen der Talgdrüsen

resp. der Haarwurzeln nach der Oberfläche der Haut verlaufen. Bei den übrigen Hausthieren zeigt die Haut des Scrotum bezüglich ihres Drüsenreichthums, sowie ihrer Behaarung ein ähnliches Verhalten. Eine Ausnahme hiervon macht nur das Schwein, in dessen etwas stärkeren und fast haarlosen Scrotalhaut beide Drüsenarten nur spärlich zur Beobachtung kommen. In den tieferen Schichten der Haut desselben, etwa an der Grenze des unteren Drittels finden sich meist kegel- oder spindelförmig gestaltete Drüsen vor, deren Längendurchmesser stets parallel zur Oberfläche der Haut gelegen ist. Sie bestehen aus 0,06 bis 0,075 *mm* starken schlauchförmigen Acini, sind mit einem 0,009 *mm* hohen kubischen Epithel ausgekleidet und durch ein lockeres, kernhaltiges Bindegewebe mit einander verbunden. Der Ausführungsgang verläuft in zahlreichen flachen Windungen nach der Oberfläche und mündet in der Regel in der Nähe eines Haares oder gemeinschaftlich mit der Haartasche.

Die innere Fläche der Scrotalhaut ist durch eine schmale Schicht fibrillären Bindegewebes mit der Tunica dartos verbunden. Die letztere zeigt eine wechselnde Stärke und besteht aus Bündeln glatter Muskelfasern, die auf einem Schnitt in verschiedener Richtung getroffen erscheinen. Sie werden durch ein elastische Fasern, beim Schweine auch Fettzellen, enthaltendes Bindegewebe zusammengehalten und zu einem Stratum vereinigt, von dessen äusserer Fläche zahlreiche Bündel an die Cutis abgehen und sich in den unteren Schichten derselben verbreiten. An der Raphe scroti steigen die Muskelbündel in die Höhe und legen sich dort zur Bildung des Septum aneinander.

Das Praeputium besteht bekanntlich aus zwei Blättern, einem visceralen, welches die Spitze des Penis überzieht, und einem parietalen, welches aus zwei Lamellen zusammengesetzt ist; die durch ein lockeres Bindegewebslager, in welchem sich die ernährenden Gefässe (Zweige der A. pudenda externa), sowie Bündel glatter und quergestreifter Muskelfasern verbreiten, verbunden sind. Die ersteren stellen eine Fortsetzung der Tunica dartos des Scrotum dar, finden sich am reichlichsten in der Raphe des Praeputium und strahlen bis zum Orificium des letzteren aus. Quergestreifte Muskelfasern sind nur bei Wiederkäuern, dem Schweine und Hunde vorhanden und stellen Ausstrahlungen des Vorhaut- resp. Bauchhautmuskels dar.

Das äussere Blatt des Praeputium besitzt im Allgemeinen die beschriebenen Eigenthümlichkeiten der Haut des Scrotum. Abweichungen sind nur in der stärkeren Entwickelung des Papillenkörpers, sowie der Haare gegeben. Eine besondere Erwähnung verdienen die rudimentären Zitzen, die bei gewissen Thierspecies (Rind, Schaf) an der äusseren Fläche des Praeputium, zu beiden Seiten desselben zur Beobachtung kommen. Der Bau derselben stimmt im Allgemeinen mit dem der Zitzen bei den weiblichen Thieren der betr. Species überein. Stets findet sich ein mit geschichtetem Plattenepithel ausgekleideter Strichcanal, der in eine mit cylindrischem Epithel austapezirte Cysterne hineinführt, bei dem Rinde kleine

Papillen trägt, bei dem Schafe dagegen fast glatt erscheint und nur stellenweise flache Erhebungen aufweist. Die äussere Haut ist mit dünnen Haaren besetzt, deren Tasche meist mit zwei ovalen Drüsenacini in Verbindung steht. Die tubulösen Drüsen sind stark entwickelt. Dieselben stellen beim Schafbocke bis zu 2,0 *mm* lange und 0,60 *mm* breite, mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche der Haut gerichtete Conglomerate dar, die aus verhältnissmässig weiten (0,10 *mm*) Schläuchen zusammengesetzt sind, deren feinerer Bau indess nicht von dem der Knäueldrüsen der übrigen Haut abweicht.

Am Orificium praeputii, sowie in der in unmittelbarer Nähe desselben gelegenen Abtheilung des inneren Blattes zeigen sich die Drüsen bei einzelnen Thieren, namentlich bei solchen, bei denen an der Eingangsöffnung sich stark ausgebildete Haare vorfinden, nach Zahl und namentlich nach Grösse ungemein stark entwickelt; in seinem weiteren Verlaufe nach hinten dagegen erscheint die innere Lamelle des parietalen Blattes bei sämmtlichen Hausthieren, mit Ausnahme des Pferdes, vollkommen drüsenlos. Bezüglich der feineren Structur dieser Lamelle, die überall haarlos und dünner, wie die äussere Lamelle erscheint, ist hervorzuheben, dass das Stratum proprium aus einem Geflecht von Bindegewebs und elastischen Fasern besteht, in welchem häufig Lymphfollikel zur Beobachtung kommen. Dasselbe trägt ferner an seiner Oberfläche Papillen, die stets in der Nähe des Orificium praeputii am stärksten entwickelt sind, im weiteren Verlaufe des Blattes niedriger werden und an der Umschlagsstelle desselben auf den Penis nur als flache Erhebungen angedeutet sind. Die meist fingerförmig gestalteten Papillen stehen dicht zusammen und sind mit einer starken Lage eines geschichteten Plattenepithels bedeckt. — Einen ähnlichen Bau zeigt auch die Schleimhaut des Nabelbeutels vom Eber. Das Stratum proprium besteht hier aus einem 0,30—0,40 *mm* starken Schicht, welche aus lockerem, elastische Fasern enthaltenden und sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzenden Bindegewebsbündeln besteht, an seiner Oberfläche jedoch keine Papillen trägt. Drüsen fehlen hier ebenfalls. Dagegen finden sich ausser Lymphfollikeln zahlreiche Gefässe in der Schleimhaut sowohl, wie in der darunter gelegenen Bindegewebsschicht vor, die besonders stark in der Gegend der Eingangsöffnung entwickelt sind, und hier jenen ringförmigen Wulst hervorbringen, der die letzterwähnte Oeffnung von allen Seiten umgiebt.

Bei dem Pferde zeigt die innere Lamelle des parietalen Blattes insofern ein abweichendes Verhalten, als dasselbe in seiner vorderen grösseren Abtheilung ungemein stark entwickelte acinöse und tubulöse Drüsen aufweist. Die ersteren liegen in der pars papillaris corii und bestehen in der Regel aus 3—4, häufig aber auch aus mehr (bis 6) und dann kleineren birnförmigen Acini, deren Länge 0,40 *mm*, deren Breite 0,08 *mm* beträgt, und die sich zu einem gemeinschaftlichen 0,14 *mm* weiten Ausführungsgange vereinigen, welcher mit einer trichterförmigen Erweiterung mündet. Häufig besteht auch eine solche Drüse aus zwei

Abtheilungen, von denen jede ihren Ausführungsgang besitzt, die dann nach kurzem Verlaufe unter spitzem Winkel zusammenfliessen. Die Drüsen sind nicht an allen Stellen gleichmässig vertheilt und entwickelt; im Allgemeinen kommen sie jedoch seltener vor, wie in der äusseren Haut. Der feinere Bau derselben stimmt mit den in der Scrotalhaut befindlichen überein. Sie enthalten häufig Flaumhaare, die in diesem Falle also Anhangsgebilde der Drüse geworden sind und nach Hesse den Zweck haben, die Secretion der letzteren zu begünstigen. Die tubulösen Drüsen liegen in der pars reticularis oder in der Subcutis. Dieselben besitzen an vielen Stellen die Form länglicher Platten, welche aus zahlreichen, vielfach gewundenen, 0,06 *mm* weiten Schläuchen bestehen. Die aus kubischen Zellen bestehende epitheliale Auskleidung enthält zahlreiche gelbliche Pigmentmoleküle. Die 0,045—0,060 *mm* starken Ausführungsgänge besitzen dasselbe pigmentirte Epithel und sind ausserdem noch an ihrer Aussenseite von m. o. w. starken Muskelbündeln umsponnen, die an der Austrittsstelle des Ganges aus dem Knäuel ihren Ursprung nehmen.

Ihre stärkste Entwickelung erreichen die beschriebenen Drüsen in der Gegend, und besonders an dem vorderen Rande und der äusseren Fläche des im Schlauche des Pferdes gelegenen Querwulstes. Die acinösen Drüsen besitzen hier einen Durchmesser von 2,0—2,5 *mm* und zerfallen gewöhnlich in 5—7 Läppchen, deren jedes sich aus 2—3 Acini zusammensetzt. Die Ausführungsgänge sammeln sich in einem meist central gelegenen und im Beginne seines Verlaufes von allen Seiten von Acini umgebenen 0,20 *mm* weiten Ausführungsgang. Unterhalb derselben finden sich die tubulösen Drüsen vor, deren Knäuel hier in der Regel einen Durchmesser von 1—2 *mm* erreichen. — An der inneren Fläche des in Rede stehenden Querwulstes sind nur vereinzelte Drüsen bemerkbar. Dieselben verschwinden vollständig bei dem weiteren Verlaufe des Blattes caudalwärts, welches sich hier bezüglich seiner Structur und seines Papillarkörpers wie das innere Blatt des Praeputium der übrigen Hausthiere verhält.

Druck von Gebr. Unger in Berlin SW.

Die weiblichen Genitalien.

Von

Dr. F. Eichbaum,

Professor an der Universität Giessen.

1. Der Eierstock.

Ein Durchschnitt durch den Eierstock unserer Hausthiere lässt mit Ausnahme jenes des Pferdes, dessen Bau weiter unten genauer besprochen werden soll, zwei Schichten oder Zonen erkennen, eine peripherische, früher als Rindenschicht, jetzt besser als Parenchymschicht — zona parenchymatosa — bezeichnet, und eine centrale, Markschicht oder Gefässschicht — zona vasculosa. In ersterer liegen resp. kommen jene Elemente zur Entwickelung, welche den Keim für das zu entwickelnde Junge darstellen, die Eier, in letzterer finden sich hauptsächlich Gefässe vor. Beide sind in einem Grundgewebe eingebettet, dem Stroma ovarii. Dasselbe besteht in den centralen Theilen des Eierstocks aus einem, von elastischen Fasern durchzogenen Bindegewebe, welches ausser den bei einzelnen Thierspecies vorkommenden Zellensträngen, den Resten des Sexualtheiles des Wolff'schen Körpers, die zahlreichen, verhältnissmässig starken und korkzieherartig gewundenen Gefässe — Zweige der Art. spermatica int. — trägt, welche am Hilus ovarii in das Organ eintreten. Neben den spindelförmigen Kernen des Bindegewebes finden sich noch mehr oder weniger breite Streifen stäbchenförmiger Kerne vor, welche meist in der Nähe der Gefässe gelegen sind und glatten Muskelfasern angehören, welche mit dem Ligmt. ovarii in den Eierstock gelangen. Dieselben strahlen auch ferner mit den Gefässen in die Zona parenchymatosa hinein, sind hier jedoch viel spärlicher und kommen im Uebrigen nur in den centralen Abtheilungen der soeben angeführten Schicht vor. Der Uebergang der Zona vasculosa in die Zona parenchymatosa erfolgt allmählich in der Weise, dass das bindegewebige Stroma sich mehr verdichtet, derber, grobfaseriger und weniger kernreich wird.

In der Nähe der Eierstocksoberfläche durchflechten sich die wellig

geschwungenen und zu Bündel verbundenen Fasern in den verschiedensten Richtungen und bilden so eine Schicht, die mehr oder weniger breit sich durch ihr dunkles Aussehen schon bei schwacher Vergrösserung auszeichnet — Faserschicht der Rindensubstanz von Henle, Corticalschicht von His. In Lücken, welche von diesen Bündeln umschlossen werden, sind



Fig. 205. Ovarium einer Hündin.

a) Keimepithel, *bb*) Ovarialschläuche, *cc*) jüngere Follikel, *d*) ältere Follikel, *e*) Discus proligerus mit Ei, *f*) Epithel eines zweiten Eies in demselben Follikel, *g*) Tunica fibrosa folliculi, *h*) Tunica propria folliculi, *i*) Membrana granulosa, *k*) collabirter verödeter Follikel, *l*) Gefässe, *mm*) Zellenschläuche des Parovarium, *y*) schlauchförmige Einsenkung des Keimepithels in das Eierstockgewebe, *z*) Beginn des Keimepithels am unteren Rande des Ovarium. Nach Waldeyer.

die zahlreichen jüngeren Follikel eingelagert. Unmittelbar unter der Oberfläche des Eierstockes resp. unter dem Keimepithel wird der Verlauf der Fasern wieder ein regelmässigerer. Dieselben sind hier theils parallel zur Oberfläche, sowohl in transversaler wie in longitudinaler Richtung um den Eierstock, theils, wie in den tieferen der vorhin er-

wähnten dunklen Schicht angrenzenden Abtheilungen, in schräger Richtung zur Oberfläche angeordnet. Diese Schicht enthält keine Follikel, ist gefässarm und wird auch als die Albuginea des Ovarium bezeichnet. Dieselbe stellt indess keine besondere Membran dar, sie geht vielmehr ohne scharfe Grenze in die darunter gelegenen Schichten über.

Das Keim- oder Eierstocksepithel, schon makroskopisch durch seine mattgraue Farbe sich von den übrigen, von dem Peritoneum überzogenen Abtheilungen der Eierstocksoberfläche abhebend und in seiner Gesammtheit auch als Keimplatte bezeichnet, besteht gewöhnlich aus einer einschichtigen Lage cylindrischer, oder bei einzelnen Thierspecies (Kuh) mehr kubischer, stark granulirter Zellen, welche direkt der Rindenschicht aufsitzen und mit einem rundlichen, verhältnissmässig grossen, doppelt contourirten Kern versehen sind. An der Grenze des Eierstocksepithels gehen dessen Zellen sich allmählich verkürzend in das Endothel des Peritonealüberzuges über, und ebenso steht es auch mit der epithelialen Auskleidung der Tuben in Verbindung. Das Epithel kommt auch in mehreren (2—4) Schichten in Form von Inseln auf der Eierstocksoberfläche vor. Das Keimepithel ist nur bei jugendlichen Eierstöcken vollständig vorhanden; im späteren Alter verkümmert es und verschwindet schliesslich wohl auch ganz. Zwischen den Epithelien der Keimplatte und von diesen umgeben, finden sich häufig grössere, mehr rundliche Zellen vor, die Waldeyer als Ureier bezeichnet und auf deren Bedeutung später eingegangen werden soll.

Die Zona parenchymatosa zeigt bei dem Eierstocke eines erwachsenen Thieres ungemein zahlreiche kleinere und grössere blasenähnliche Gebilde, die mit einer klaren, schwach gelblichen, fast neutralen, Paralbuminhaltigen Flüssigkeit, dem Liquor folliculi angefüllt sind, die Graaf'schen Follikel. Ihre Grösse schwankt von mikroskopischer Kleinheit bis zu Blasen von 1 *cm* Durchmesser und darüber. Sie erstrecken sich von der Albuginea bis zur Zona vasculosa, ja grössere Follikel bis in die letztere hinein und sind theils zerstreut (Rind, Schwein), theils in traubigen Gruppen (Fleischfresser) in das Stroma eingelagert. Sie beherbergen das Ei. Der Bau dieser Graaf'schen Follikel ist je nach dem Entwickelungsstadium, in welchem sie sich befinden, verschieden. An Follikeln mittlerer Grösse lässt sich zunächst eine bindegewebige Umhüllungsmembran, die Theca oder Tunica folliculi unterscheiden, die mit dem umgebenden Ovarialstroma durch lockeres, Lymphräume enthaltendes Gewebe in Verbindung steht. Sie besteht aus zwei deutlich getrennten Schichten, einer äusseren, aus fibrillarem Bindegewebe zusammengesetzten und von Henle als Tunica fibrosa bezeichneten und einer inneren, vorzugsweise aus spindel- und sternförmigen Zellen bestehenden, die sich ausserdem durch ihren Reichthum an Capillargefässen auszeichnet. Dieser inneren Lage, welche von Henle als die Membrana propria folliculi bezeichnet ist, sitzt unmittelbar eine mehrschichtige Lage stark granulirter Epithelzellen auf, das Follikelepithel oder die Körnerschicht — Membrana gra-

nulosa; dieselben sind theils cylindrisch, theils mehr rundlich, zeigen häufig feine Streifungen und zarte Fortsätze und hängen innig miteinander zusammen. An einer, zuweilen auch an mehreren Stellen häuft sich dieses Epithel zu einer kegelförmigen, in den freien Raum des Follikels vorspringenden Verdickung an, dem Keimhügel oder der Keimscheibe — Discus s. Cumulus proligerus s. Discus oophorus s. Cumulus ovigerus —, welche das Ei enthält. Jene Zellen des Discus, welche dem Ei unmittelbar anliegen und dasselbe kranzförmig umgeben, zeichnen sich von den übrigen Elementen desselben durch ihre regelmässige,

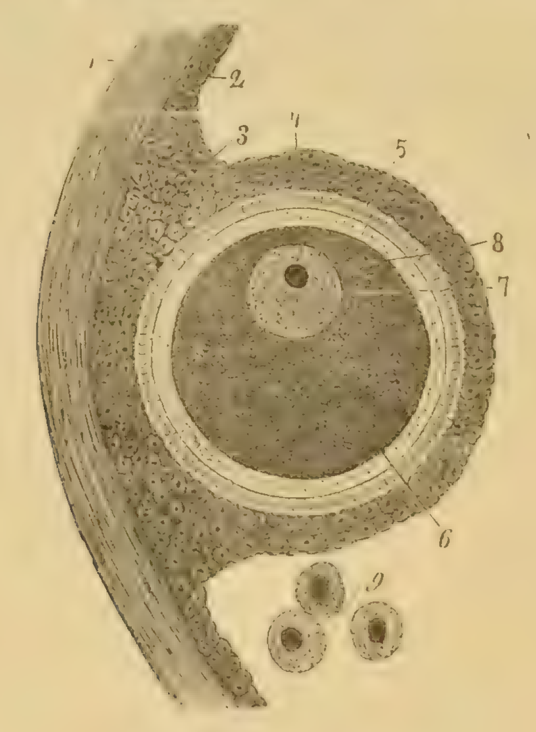


Fig. 206. Reifes Ei einer Kuh.
1. Theca folliculi, 2. Follikelepithel, 3. Keimhügel, 4. Eiepithel, 5. Zona pellucida, 6. Eidotter, 7. Keimbläschen, 8. Keimfleck, 9. Stärker vergrösserte Zellen des Follikelepithels. Nach Leisering.

cylindrische Form sowie durch stärkere Tinktionsfähigkeit aus, haften sehr fest an der Oberfläche des Eies und heissen das Eiepithel.

Das reife, thierische Ei stellt ein 1—1,5 *mm* grosses*), kugliges

*) Nach Schulin (Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 19) beträgt bei:

	der Dotter	die Zona	das Keimbläschen	der Keimfleck
	μ	μ	μ	μ
der Kuh	100—150	7—8	30—35	6—10
dem Schaf	125—135	10—12	35—40	8—10
der Ziege	140—166	12	35	—
dem Schweine . . .	105—149	7—9	25—35	9—11
der Katze	120—150	8—12	30—35	—

Gebilde dar, an welchem sich zunächst eine Zellmembran unterscheiden lässt. Dieselbe führt den Namen Dotterhaut oder auch wegen ihrer Durchsichtigkeit Zona pellucida. Sie stellt eine starke Membran — bei reifen Eiern 0,025—0,030 *mm* — dar, welche sich durch ihre Elasticität und ihre Resistenz gegen Säuren und Alkalien auszeichnet. Sie zeigt eine feine radiäre Strichelung, die als der optische Ausdruck für Porenkanälchen angesehen wird, durch welche fadenförmige Fortsätze des Eiepithels mit dem Dotter im Zusammenhange stehen. (G. R. Wagener.) Der von der Zona pellucida umschlossene Inhalt des Eies besteht aus dem Dotter — vitellus, einer zähen, eiweissartigen Masse, die zahlreiche,

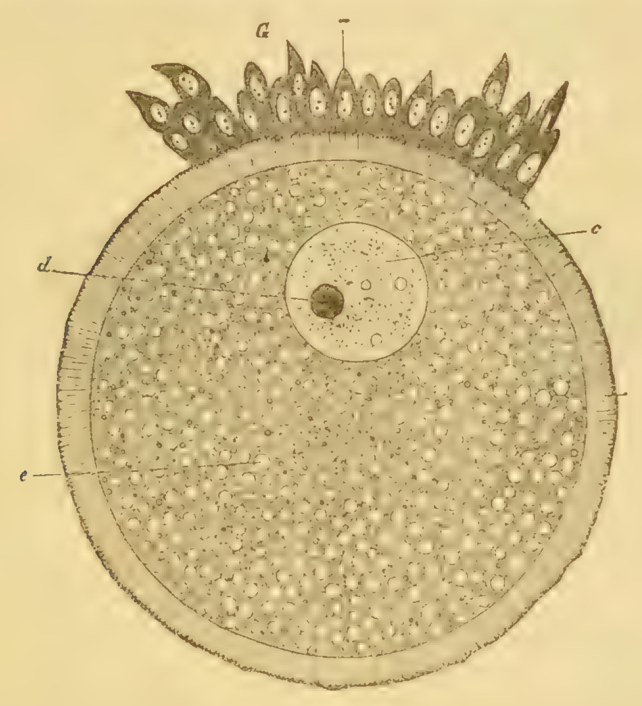


Fig. 207. Ei aus einem 2 *mm* dicken Follikel eines Kaninchen. *a*) Eiepithel, *b*) Zona pellucida, *c*) Keimbläschen, *d*) Keimfleck, *e*) Dotter. Nach Waldeyer.

besonders bei der Kuh und Katze reichlich vorhandene und nicht selten kleine Fettkügelchen enthaltende Körner — Dotterkörner — und ausserdem, gewöhnlich excentrisch gelegen, den verhältnissmässig grossen (0,025—0,030 *mm*) Kern, das Keimbläschen oder Purkinje'sche Bläschen — vesicula germinativa — enthält. Letzteres erscheint hell und glänzend und zeigt ausser einzelnen kleinen runden Körnern das niemals fehlende Kernkörperchen, den fein granulirten Keimfleck oder Wagner'schen Fleck, die macula germinativa. Dieselbe besitzt meist eine Grösse von 0,005 *mm*.

Ausser diesen Follikeln kommen in der Parenchymzone die Corpora lutea resp. albicantia vor; ihre Genese, sowie ihr Bau sollen weiter unten besprochen werden. In der Zona vasculosa kommen ferner neben

den zahlreichen Gefässen bei einzelnen Thierspecies (Rind, Schaf, Hund, Katze, Kaninchen) in jugendlichen Eierstöcken Gebilde epithelialer Natur vor (cf. Fig. 205, *mm*), die Markstränge Kölliker's oder Segmentalstränge Braun's, welche theils als massive Zellenstränge, theils als mit einem Lumen versehene und mit einem kubischen Epithel ausgekleidete Kanäle auftreten. Dieselben stammen vom Wolff'schen Körper ab und erstrecken sich beim Rinde und den Fleischfressern bis zur Parenchymzone oder sie beschränken sich, wie beim Schafe, auch nur auf die Gegend des Hilus ovarii. Eine mächtige Entwickelung zeigen diese Stränge ferner in dem jugendlichen Eierstocke des Pferdes. Die Zellen, welche diese Stränge zusammensetzen — Parenchymzellen Born, Segmentalzellen Harz, haben meist eine kubische Form, zeichnen sich durch einen relativ grossen

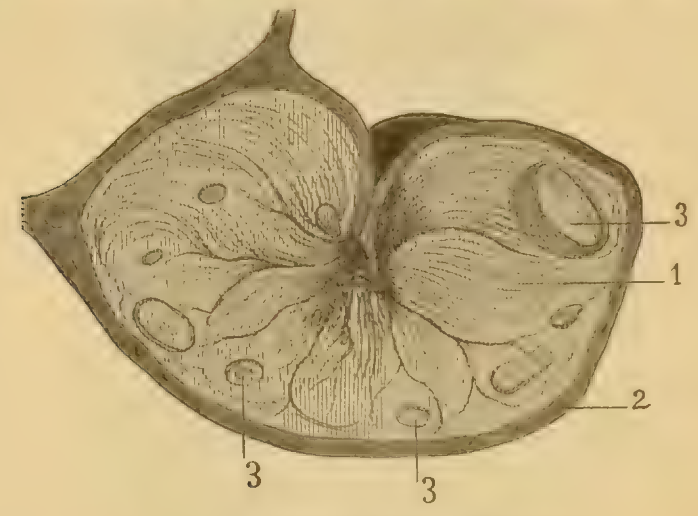


Fig. 208. Eierstock der Stute. (Nach Born.)
1. Eierstocksstroma, 2. Seröser Ueberzug, 3. Graaf'sche Follikel.

Kern aus und besitzen eine grosse Aehnlichkeit mit den Zellen der Membrana granulosa, ein Umstand, der Kölliker zu der Annahme veranlasste, dass die Membrana granulosa von den Elementen der Segmentalstränge gebildet würde, was indess nach neueren Untersuchungen von Harz*) nicht der Fall ist.

Der Eierstock des Pferdes unterscheidet sich beim Fötus weder hinsichtlich seiner Befestigungsweise noch seiner Form wesentlich von dem der übrigen Thiere. Der freie untere Rand und ein grosser Theil der Seitenflächen werden hier von einer weissen Platte, der Keimplatte bedeckt, während ein Durchschnitt durch das Organ ein unter derselben gelegenes, weiches, tiefbraunes Gewebe, welches Born**) als Keimlager bezeichnet, wahrnehmen lässt. Nach den Untersuchungen

*) Harz, Beiträge zur Histologie des Ovariums der Säugethiere. Archiv für mikroskopische Anatomie, 1883.

**) Born, Ueber die Entwickelung des Eierstockes des Pferdes. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1874.

dieses Autors ändert der Eierstock im weiteren Verlaufe der Entwickelung zunächst seine Form; er erscheint anfangs walzenförmig, später kahnförmig, dann kugelförmig, endlich umgekehrt bohnenförmig. Am convexen Rande heftet sich das Ligmt. latum an, während die ursprüngliche freie, die Keimplatte tragende Fläche sich in eine tiefe Ausbuchtung verwandelt hat und der Ansatz des Ligmt. ovarii, sowie der des gefranzten Randes des Eileiters nahe aneinandergerückt sind. Mit dieser Formveränderung ist gleichzeitig eine Reduktion der Keimplatte eingetreten, die auf die erwähnte grubige Ausbuchtung — Ovulationsgrube Born beschränkt ist. Ebenso ist auch das Keimlager verschwunden; statt dessen findet sich ein feinstreifiges, glänzendes Gewebe, in welchem einzelne dunklere, von der Ovulationsgrube entspringende und radiär nach der Peripherie des Eierstockes verlaufende und sich dort zu einer Albuginea vereinigende Stränge hervortreten, welche das Eierstocksparenchym in keilförmige Segmente theilen, die die Graaf'schen Follikel beherbergen und zwar so, dass die kleineren in der Nähe der Ovulationsgrube, die grösseren sich in der Peripherie des Ovarium befinden.

Bezüglich der histologischen Struktur zeigt das Keimepithel zunächst keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Die Zellen desselben sind hier verhältnissmässig kurz und sitzen gewöhnlich mit ihren spitzen Enden dem Eierstocksparenchym auf. Mit der Reduktion der Keimplatte verschwinden auch die Epithelien mehr und mehr und sind endlich am Eierstock eines erwachsenen Thieres nicht mehr aufzufinden. Ebensowenig weist der Bau der in der Nähe des Keimlagers in kleineren oder grösseren Gruppen gelegenen Graaf'schen Follikel nennenswerthe Abweichungen auf. Die Grösse der Eier beträgt im Durchschnitt 0,05 *mm*. Die Follikel sind durch Bindegewebszüge voneinander getrennt, die auffallend reichlich mit glatten Muskelfasern ausgestattet sind. Sie sind zu Bündeln vereinigt, welche radiär von der Ovulationsgrube nach der Peripherie verlaufen und hier, unter dem serösen Ueberzuge gelegen, die Oberfläche des Ovarium umziehen.

Das Keimlager des fötalen Eierstockes besteht aus strangförmig angeordneten, von Bindegewebe abgegrenzten Zellzügen, die in radiärer Richtung vom Hilus nach der Oberfläche zu verlaufen. Die 27—28 μ grossen, vollsaftigen und den Leberzellen ähnlichen Zellen dieser Stränge haben eine unregelmässige polygonale, häufig auch rundliche oder ovale Gestalt und einen kleinen Kern. Letzterer wird häufig durch die reichlich vorhandenen, gelb pigmentirten Granula der Zellen verdeckt. Die Zellen werden durch eine strukturlose oder feinstreifige Intercellularsubstanz miteinander verbunden. Unter Zunahme der Zahl und des Kalibers der Gefässe, sowie des interstitiellen Bindegewebes gehen sie zu Grunde und sind beim entwickelten Eierstock nicht mehr vorhanden; als letzte Ueberreste derselben sind hier vereinzelte Pigmentkörnchen anzutreffen.

Entwickelung des Eierstockes und der Eier.

Die Geschlechtsdrüsen gehen bekanntlich aus einer Verdickung des Peritonealepithels hervor, welches Waldeyer Keimepithel genannt hat und welches sich durch seine cylindrische Form von dem übrigen Peritonealepithel auszeichnet. Diese Verdickung findet zuerst statt in Form eines Längsstreifens, der Geschlechtsleiste — Stria germinativa —, welcher an der medialen Seite des Wolff'schen Körpers deutlich hervortritt. Neben der Wucherung der Epithelien ist es gleichzeitig eine Vermehrung des darunter gelegenen kernreichen Bindegewebes, welches zur Bildung dieser Geschlechtsleiste und zugleich zu jener des Stroma ovarii führt. Sobald die Geschlechtsdrüse eine gewisse Entwickelung erreicht hat, zeigt dieselbe eine kleine Bauchfellfalte, welche sie mit der Urniere in Verbindung setzt und bei dem weiblichen Thiere als Mesovarium bezeichnet wird. Aus den in der Urniere entstehenden Kanälen

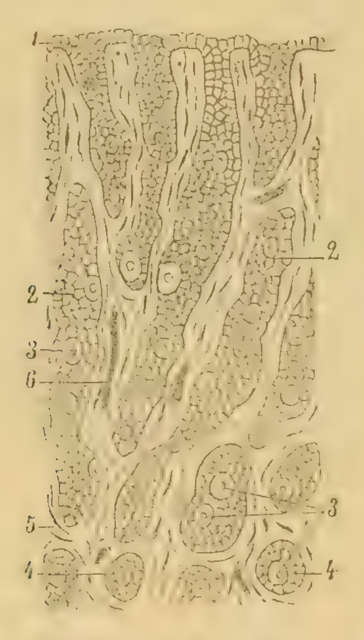


Fig. 200. Schnitt aus dem Eierstocke eines ungefähr 25 Wochen alten Kalbsfötus. 1. Keimepithel, 2. von dem Keimepithel aus gebildete Schläuche, 3. Primordialeier 4. Primitive Follikel, welche je 1 oder 2 Primordialeier enthalten. Nach Leisering.

und glomeruli — Segmentalbläschen — treten von der Wand der letzteren zellige Fortsätze in diese Falte hinein, die Braun als Segmentalstränge bezeichnet, und die von hier aus in die Keimdrüse hineinwachsen. Beim Schweine findet ein solches Hineinwachsen überhaupt nicht statt, bei den übrigen Hausthierspecies, wie wir bereits wissen, in grösserem oder geringerem Masse. Sie degeneriren im Ovarium kürzere oder längere Zeit nach der Geburt und verschwinden auch vollständig. Die Reste des Sexualtheiles des Wolff'schen Körpers stellen den Nebeneierstock oder das Parovarium dar.

Die Bildung der Eier erfolgt vom Keimepithel, welches flaschenförmige Fortsätze — Ovarialschläuche, Follikelketten oder Eistränge genannt — in das Innere des Stroma hineintreibt. Bei stärkerer Ausbildung zeigen die letzteren einen gewundenen Verlauf und häufige Theilungen, wobei bauchig aufgetriebene Stellen mit verschmälerten abwechseln. Eine Membrana propria fehlt diesen Strängen. Dieselben

werden gebildet von cylindrischen oder kubischen, dicht aneinander liegenden Zellen mit rundlichen oder ovalen Kernen. In den ampullenartigen Erweiterungen zeichnen sich einzelne durch ihre Grösse aus. Es sind dies rundliche, 0,007—0,014 *mm* grosse, scharf contourirte und mit grosseren Kernen versehene Zelllen, die Ureier. Dieselben Zellen finden sich auch zwischen den Cylinderzellen des Keimepithels. Sie werden hier von anderen Epithelzellen überwachsen, welch' letztere wahrscheinlich einen Druck auf die Ureier ausüben und so das Hineindringen in das Ovarialstroma befordern (Harz). Auf der anderen Seite besteht eine lebhafte Neubildung des Bindegewebsstroma, welches zahlreiche Züge in die Rindenzone hineintreibt, und es erfolgt nun ein eigenthümlicher Durchwachsungsprozess zwischen Bindegewebe und Ovarialschläuchen, wobei das erstere die letzteren in kleinere oder grössere, rundliche oder ovale Abtheilungen abschnürt. Das Bindegewebe wuchert auch schliesslich zwischen das Keimepithel und die davon ausgehenden Ovarialschläuche, trennt dieselben voneinander und bildet eine Scheidewand zwischen denselben, die sich mit dem weiteren Wachsthum des Eierstocks mehr und mehr verstärkt und schliesslich die Albuginea darstellt. Nach Harz beginnt die Bildung der Albuginea in der Region, welche vom Mesovarium am entferntesten ist, in der Scheitelregion des Ovarium, und breitet sich von hier nach allen Richtungen aus. Durch die so entstandene Albuginea wird der weiteren Einwanderung der Eier ein Hinderniss entgegengesetzt, welches nur dann beseitigt wird, wenn die erstere durch das Platzen eines Follikels durchbrochen wird. Harz konnte in solchen Fällen bei der Maus, dem Kaninchen und der Katze eine erneute Einwanderung von Ureiern beobachten.

Die in dem bindegewebigen Stroma gelegenen Abtheilungen der Ovarialschläuche stellen die Anlage der Graaf'schen Follikel dar und werden als Primordialfollikel oder Eiballen bezeichnet. Sie liegen anfangs dicht zusammen, werden später mit der Zunahme des Bindegewebes voneinander entfernt und bestehen aus einem Haufen von Epithelzellen, von welchen sich eine, zuweilen auch zwei, durch ihr Aussehen, welches vollkommen jenem der Ureier an der Epitheldecke gleicht, sowie auch durch ihre Grösse auszeichnet. Es sind dies die Primordialeier (His) oder primitiven Eier (Waldeyer). Sie sind anfangs von einer einfachen Schicht der Epithelzellen kranzformig umgeben. Die weitere Entwickelung erfolgt immer an den am tiefsten gelegenen Primordialfollikeln. Es tritt hier eine lebhafte Vermehrung (durch indirekte Kerntheilung) der Epithelien ein, wobei die Zellen keilformig oder cylindrisch werden und mit ihren Spitzen nach dem Eie zu gerichtet sind. Gleichzeitig erfolgt dann auch die Bildung einer Theca folliculi. Letztere ist das Produkt der Reizung, welches der wachsende Primordialfollikel auf das umgebende Stroma ausübt und besteht anfangs in einer oder mehreren Lagen concentrisch angeordneter Bindegewebszellen, die sich nach und nach in ein fasriges Gewebe umwandeln. Mit der Ausbildung der Theca tritt ferner eine starke Vascularisation derselben, sowie die Bildung von Lymphgefässnetzen um dieselbe ein. Die Bildung des Liquor folliculi erfolgt erst später, wenn der Graaf'sche Follikel eine gewisse Grösse erreicht hat und zwar durch Zerfall der Follikelepithelien. Es entstehen dann an mehreren vom Ei entfernten Stellen rundliche oder halbmondformige helle Räume, welche sich mehr und mehr vergrossern und schliesslich zusammenfliessen und das Ei an eine Stelle der Wand drängen. Auch das Primordialei verändert im weiteren Verlaufe der Entwickelung sein Aussehen. Kern und Kernkörperchen treten deutlicher hervor; das Protoplasma, welches His als Hauptdotter bezeichnet, nimmt an Umfang zu. Zu diesem kommt ferner eine peripherische, sich durch ihr dunkles Aussehen auszeichnende Abtheilung, der Nahrungs- oder Nebendotter hinzu und endlich die Zona pellucida, welche anfangs als eine einfache dunkle Contourlinie hervortritt. Die Zona pellucida sowohl, wie der Nahrungsdotter werden für ein Produkt des Follikelepithels angesehen.

(His, Lindgren.) Nach Schulin soll der letztere sich durch eine Ausscheidung des Protoplasmas bilden, für welche das Material durch Endosmose von aussen her geliefert wird. Als reif ist das Ei dann zu bezeichnen, wenn es eine der betreffenden Thiergattung eigenthümliche Durchschnittsgrösse erreicht hat.

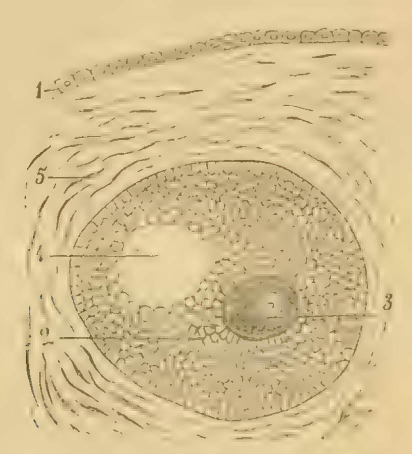


Fig. 210. 1. Keimepithel, 2. Follikelepithel, 3. Ei, 4. Sich bildender, mit dem Liquor folliculi ausgefüllter Hohlraum. Nach Leisering.

Corpus luteum. Der reife Follikel vergrössert sich durch Zunahme des Liquor folliculi immer mehr, wobei er sich der Oberfläche des Eierstocks nähert; die Albuginea schliesslich erreicht, sie buckelartig hervorbuchtet und endlich durchbricht. Jedoch nicht alle Follikel entwickeln sich in dieser Weise; der grösste Theil derselben geht zu Grunde und ihre Reste finden sich dann im Ovarium als zusammengefaltete Membranen, die sogenannten Henle'schen Häute und als fettig degenerirte Reste vor, ein anderer Theil wandelt sich in Cysten um, wobei die Granulosa mit dem Ovulum zu Grunde geht. Der normale Abschluss der Entwickelung der Follikel ist indessen jener, dass die letzteren, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht, platzen und ihren Inhalt entleeren. Die Momente, welche dies bewirken, sind verschieden. Einmal entsteht an der hervorragendsten Stelle des Follikels ein kleiner, dünner und durchscheinender, von einem zarten Gefässkranz umschlossener Fleck, der im Gegensatz zu der übrigen Theca vollkommen gefässlos ist, stigma s. macula folliculi, und später einreisst. Auf der anderen Seite ist es das sich entwickelnde Corpus luteum, welches den Inhalt des Follikels gegen die soeben erwähnte schwache Stelle drückt und schliesslich das Einreissen derselben bewirkt. Nach der Entleerung des Follikels erfolgt beim Pferde, Schweine und den Fleischfressern, jedoch nicht bei den Wiederkäuern eine Blutung aus den zerrissenen Gefässen der Theca, welche in Verbindung mit dem Corpus luteum den leeren Raum ausfüllt.

Das Corpus luteum stellt eine Neubildung dar, die nach neueren Untersuchungen von Paladino ausschliesslich von der Theca folliculi, besonders von der Tunica fibrosa, nach Anderen (v. Baer, in neuerer Zeit Wagener) von der Granulosa, nach Waldeyer und Schulin endlich von der Granulosa und der Membrana propria zugleich ausgehen soll. Sie beginnt in der Weise, dass von der Wand des Follikels reichlich vasculärsirte Zotten und Wülste, welche aus einer lebhaften Zellenvermehrung (durch Wucherung und Auswanderung farbloser Blutkörperchen hervorgegangen sind), sich in das Innere desselben hinein erstrecken. Sie vermehren und vergrössern sich nach der Ausstossung des Eies und füllen den früheren Raum des Follikels bis auf

eine im Centrum gelegene Höhle aus, die bei den angeführten Thiergattungen mit einem Blutcoagulum, bei den Wiederkäuern mit einer hellen Flüssigkeit und Detritus ausgefüllt erscheint. Zur Zeit der Ausbildung des gelben Körpers zeigt ein Durchschnitt durch den letzteren, dass derselbe durch strahlig verlaufende Scheidewände in keilförmige oder rundliche Abtheilungen zerlegt wird. In den centralen Theilen desselben findet sich ein embryonales Bindegewebe, welches von erweiterten Gefässen durchzogen und von leichten Blutungen durchsetzt ist (nach Paladino die vorgeschobene Membrana propria des Follikels). Die peripherische Schicht besteht aus grossen, protoplasmareichen, kernhaltigen, gelblich pigmentirten Zellen, — Luteinzellen — die im frischen Zustande und isolirt untersucht zahlreiche Ausläufer zeigen. Sie besitzen eine grosse Aehnlichkeit mit den Zellen der Segmentalstränge und sind durch die vorhin erwähnten, Blut- und Lymphgefässe führenden bindegewebigen Scheidewände in grössere und kleinere Abtheilungen zerlegt. Auch zwischen den Zellen verlaufen zahlreiche Capillargefässe. Während im weiteren Verlaufe eine Verbreiterung der Septen durch Auswanderung farbloser Blutkörperchen eintritt, gehen die Luteinzellen unter fettiger Metamorphose zu Grunde und werden unter Zurücklassung von bräunlichem Pigment resorbirt. Das sich narbig retrahirende Bindegewebe verursacht eine beträchtliche Abnahme des Volumens des Corpus luteum und stellt das Corpus albicans oder, wenn es stark pigmenthaltig ist, das Corpus nigricans dar. Auch das in den Follikel ergossene Blut verschwindet allmählich: das Blutplasma auf dem Wege der Resorption, während die Blutkörperchen zerfallen und den ihnen angehörigen Farbstoff theils in Form rundlicher gelber, brauner oder schwarzer Körnchen, theils als Haematoidinkrystalle zurücklassen. —

2. Die Eileiter.

Die Wandung der Eileiter lässt drei Schichten erkennen: Am meisten nach aussen eine Serosa, die sich bezüglich ihrer Struktur in keiner Weise von dem Seite 232 geschilderten Bau der serösen Häute unterscheidet. Das Stratum derselben steht am sogenannten Isthmus des Eileiters mit einer Muskelschicht in inniger Verbindung, welche vorzugsweise aus longitudinalen Fasern besteht, die gegen das Ostium abdominale immer spärlicher werden und in der Nähe desselben meist nur am Grund der Falten anzutreffen sind. Die erwähnte Muskelschicht, wie die Serosa stehen durch ein lockeres, ungemein zahlreiche und grosse Gefässe — beim Pferde besitzen die Venen an der Ampulle ein Kaliber bis zu 1,60 *mm* — führendes Gewebe mit der zweiten Schicht in Verbindung.

Diese letztere besteht vorzugsweise aus circulären Muskelfasern, die stellenweise von longitudinalen und schief verlaufenden Faserbündeln gekreuzt werden. Sie ist verhältnissmässig stark, besonders am Ursprunge der Tuben, nimmt jedoch im weiteren Verlaufe der letzteren nach dem Eierstock mit der Zunahme der Weite derselben an Mächtigkeit ab. Die Bündel dieser Schicht werden häufig durch schräg oder longitudinal verlaufende, von einer verhältnismässig starken adventitiellen Scheide umgebene Gefässe auseinandergedrängt. Von diesen letzteren gehen Seitenzweige senkrecht zur Oberfläche der Schleimhaut ab, welche in dieselbe eintreten und sich dort vielfach verzweigen. Bemerkenswerth ist ferner, dass von der in Rede stehenden Muskelschicht zahlreiche

Fasern in die Mucosa einstrahlen und sich bis zu dem epithelialen Ueberzug derselben fortsetzen, so dass der Uebergang der einen Schicht in die andere ganz allmählich erfolgt und eine scharfe Grenze zwischen Muscularis und Mucosa der Tuben nicht besteht. Ellenberger betrachtet beide als eine Schicht, als die Mucosa der Eileiter, deren Muscularis hier eine ausserordentlich starke Entwickelung erfahren hat, während die Mucosa der Autoren als das Stratum proprium der Schleimhaut aufzufassen ist.

Die Mucosa stellt die innerste, verhältnissmässig schwache Schicht der Eileiter dar. Sie ist drüsenlos und besteht aus einem zellenreichen, fibrillären Grundgewebe, welches von zahlreichen Blutgefässen und Muskelfasern durchzogen wird. Sie ist, besonders in den Ampullen in zahlreiche hohe Längs- und schiefe Falten gelegt, die am stärksten bei dem Schweine und den Fleischfressern, am schwächsten bei der Stute ausgebildet sind. Zahlreiche sekundäre Fältchen, welche an den Seitenflächen der Hauptfalten sich befinden, geben einem Querschnitte ein drüsenähnliches Aussehen, indem die zwischen den Falten gelegenen Buchten als drüsige Einstülpungen von verschiedener Form und Grösse erscheinen.

Der epitheliale Ueberzug der Mucosa besteht aus einem flimmernden Cylinderepithel, dessen Höhe bei den verschiedenen Thiergattungen zwischen 0.021—0,024 *mm* schwankt. Es unterscheidet sich in nichts von jenem Epithele, welches die Schleimhaut des Uterus auskleidet, und soll bei letzterem seine genauere Beschreibung finden.

3. Der Uterus.

Nach den vergleichenden anatomischen Untersuchungen von Ellenberger*) besitzt die Wand des Uterus unserer Haussäugethiere analog jener des Intestinaltraktus drei über einander liegende Schichten, am meisten nach aussen eine Serosa, hierauf eine derselben anliegende Muscularis und endlich eine Mucosa.

Hinsichtlich der Struktur der letzteren ist zunächst hervorzuheben, dass ihre Oberfläche von einem beim Pferde, den Wiederkäuern und Schweine hohen, bei den Fleischfressern niedrigen flimmernden Cylinderepithel ausgekleidet ist, welches sich auch in die in das Stratum mucosum eingelagerten Drüsen hinein fortsetzt. Es besteht aus schmalen, kegelförmigen Zellen, welche innig miteinander verbunden sind, so dass sich häufig an gehärteten Schnittpräparaten die Epithellage in Form einer zusammenhängenden Membran loslöst. Gewöhnlich zeigen die Epithelien an ihrem Fussende einen oder mehrere Fortsätze, welche einer feinen Basalmembran aufsitzen. Neben diesen cylindrischen Zellen und zwischen denselben kommen ferner in dem Uterusepithel auch häufig

*) Archiv für praktische und wissenschaftliche Thierheilkunde. Bd. V.

andere Formen zur Beobachtung. Dieselben sind niedriger und mehr rundlich gestaltet.

Das Stratum proprium der Mucosa wird von einem Bindegewebsgerüst gebildet, welches jedoch nicht in allen Schichten gleichmässig

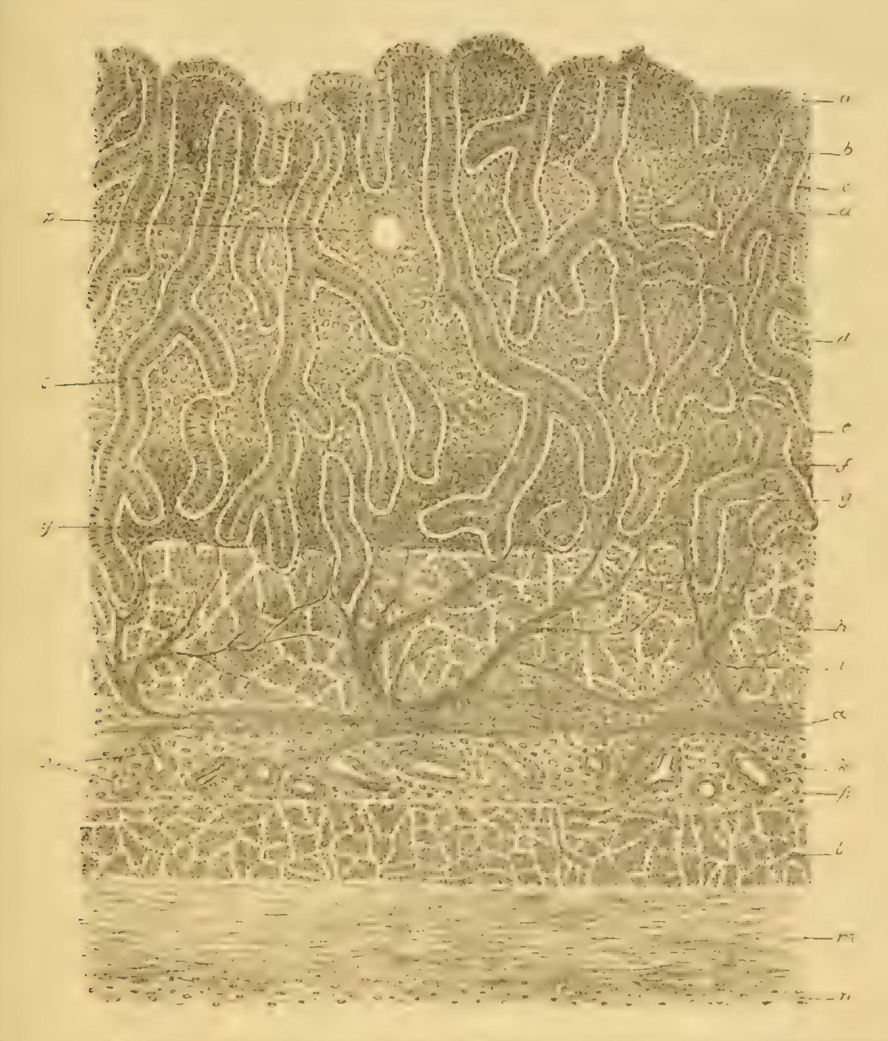


Fig. 211. Längsschnitt durch den Gebärmutterkörper eines 3 Wochen alten Kalbes. *a*) Stratum epitheliale mit den Cilien, *b*) Stratum cellulare, *c*) Utriculardrüsen, *d*) Stratum reticulare, *e*) Utriculardrüse im Querschnitt, *f*) Scheiden der Uterindrüsen, *g*) Stratum fibrillare, *h*) Muscularis mucosae, *i*) Bindegewebszüge in derselben, *k*) Submucosa mit ihrer oberen an Muskelbündeln reichen Lage (*α*) und der lockeren unteren (*β*), *l*) circuläre Schicht, *m*) longitudinale Schicht der Membrana muscularis, *n*) Serosa, *o*) Gefässstämme, *p*) Drüsenscheiden, aus welchen die Drüsen ausgefallen. (Nach **Ellenberger.**)

eingerichtet erscheint und eine Unterscheidung in mehrere Abtheilungen nothwendig macht. Unmittelbar unter dem epithelialen Ueberzuge resp. der mit demselben in Verbindung stehenden Basalmembran findet sich ein ungemein zellenreiches Gewebe vor, welches aus einem zarten Reti-

culum besteht, in dessen Maschen zahlreiche, dicht nebeneinander liegende und das Reticulum vollständig verdeckende Zellen von spindelförmiger oder rundlicher Gestalt eingelagert sind. Stratum subepitheliale s. cellulare nach Ellenberger). Weiter nach aussen geht dieses Stratum in ein anderes, ähnlich gebautes über, in welchem die Fasern des Reticulum als Bindegewebsfasern deutlich hervortreten und die Zelleneinlagerung auch nicht mehr so massenhaft ist (Stratum reticulare). Hierauf folgt eine Schicht fibrillären Bindegewebes (Stratum fibrillare), dessen Bündel einerseits mit jenen Bindegewebszügen in Verbindung stehen, welche in der anstossenden Muscularis verlaufen, andererseits sich in das Reticulum des Stratum reticulare und subepitheliale auflösen.

Die beschriebene Einrichtung zeigen auch die Kotyledonen der Wiederkäuer. Das Grundgewebe derselben besteht ebenfalls aus einem zellenreichen, retikulären Gewebe, welches von zahlreichen, schwach geschlängelten Gefässen durchzogen wird, die nach der Oberfläche verlaufen und sich hier in Capillaren auflösen. Drüsen fehlen hier vollkommen. Dieselben hören am Seitenrande der Kotyledonen auf (vergl. Fig. 213, *l*), erstrecken sich indess mit ihren blinden Enden in die centralen Theile derselben hinein, so dass die Lage der Drüsen an diesen Stellen nicht parallel, sondern mehr fächerförmig ist.

Die Drüsen der Uterusschleimhaut treten unter zwei Formen auf, als Utricular- oder Uterindrüsen und als Krypten. Die ersteren kommen bei sämmtlichen Hausthiergattungen vor und stellen 1,20 bis 2,0 *mm* lange, schlauchförmige Drüsen dar, welche bei dem Pferde und der Katze meist einfach sind, bei den übrigen Hausthieren dagegen sich in der Regel in zwei bis drei Aeste theilen, welche wiederum in sekundäre Zweige zerfallen können. Letztere zeigen bei jugendlichen Thieren einen ziemlich geraden Verlauf; bei dem erwachsenen Thier dagegen sind sie stark gewunden, und lassen auch häufig Ausbuchtungen der Drüsenmembran beobachten. Jener Theil der Drüsen, welcher in der Nähe der Oberfläche der Schleimhaut gelegen ist, und welchen man auch als Ausführungsgang bezeichnen könnte, erscheint stets mehr gestreckt und senkrecht zur Oberfläche der Schleimhaut verlaufend. Das Kaliber der Drüsen ist bei jungfräulichen Thieren an allen Stellen gleich; bei trächtig gewesenen Thieren ist dasselbe dagegen sehr ungleichmassig, da hier die Drüsen mit zahlreichen Ausstülpungen versehen sind. Mit ihren blinden, häufig kolbig aufgetriebenen Enden erstrecken sie sich bis zur Muscularis mucosae und werden hier häufig von schalenförmigen Vertiefungen derselben aufgenommen.

Die Uterindrüsen bestehen aus einer dünnen, strukturlosen Basalmembran, deren innerer Fläche ein flimmerndes cylindrisches Epithel von der Höhe und Beschaffenheit, wie es die Oberfläche der Schleimhaut besitzt, anliegt, während ihre äussere Fläche von platten Zellen mit abgeplatteten Kernen, deren Längsachse in jener der Drüsenschlauche

gelegen ist, bedeckt ist. Nach aussen werden die Drüsen von einer Art Scheide umgeben, welche von der verdichteten, vielfach durchbrochenen Grenzschicht des interglandulären Gewebes dargestellt wird und mit diesem daher untrennbar verbunden ist, während sie mit der Basalmembran der Drüsen nur in lockerer Verbindung steht. Der Zwischenraum zwischen beiden, der als ein Lymphraum anzusprechen ist, erscheint daher stets heller, als die Umgebung. In den unteren Partien der Drüse erfährt die in Rede stehende Scheide eine Verstärkung und besteht hier aus mehreren concentrisch angeordneten Lagen von Binde-



Fig. 212. Querschnitt durch das Cornu uteri einer Katze.
a) Serosa, *b*) Muscularis mucosae, *c*) Submucosa, *d*) Muscularis mucosae mit den Gefässen (*α*), *e*) Stratum proprium mucosae, *f*) Ligamentum latum, *γ*) Utriculardrüsen, *δ*) Bischoff'sche Krypten. (Nach Ellenberger.)

gewebsfibrillen. Die Innenfläche der Scheiden wird in ähnlicher Weise wie die Basalmembran von endothelioiden Zellen bedeckt.

Zu diesen Utriculardrüsen gesellen sich beim Hunde und bei der Katze kurze (0,14 *mm*) ovale, einfache Drüsensäckchen, die sogenannten Krypten Bischoff's. Sie liegen dicht nebeneinander, sind gleichmässig gross und besitzen eine birnförmige Gestalt, an welcher man ein bauchig erweitertes unteres Ende und kurz vor der Mündung eine verengte Partie, den sogenannten Drüsenhals unterscheiden kann, welcher letztere indess bei der Hündin weniger deutlich hervortritt, wie bei der Katze. Die Krypten zeigen im Allgemeinen den Bau der Utriculardrüsen, d. h. sie werden von einer strukturlosen, von einer einfachen Lage niedriger cylindrischer Epithelien ausgekleideten Basalmembran begrenzt. Letztere

wird nach aussen ebenfalls von einer bindegewebigen Scheide umgeben. Zwischen diesen Krypten und zwar in Abständen von 0,40 *mm* liegen die Utriculardrüsen, deren Bau mit der oben gegebenen Beschreibung vollkommen übereinstimmt.

Die Drüsenschicht der Uterusschleimhaut wird nach aussen von einer Muskelschicht begrenzt, welche von Ellenberger als Muscularis mucosae gedeutet, von Anderen dagegen wegen ihrer auffallend starken Entwickelung — sie nimmt etwa ein Drittel der ganzen Schleimhaut ein — zur Muscularis der Uteruswand gerechnet wird. Sie setzt sich am Ende der Hörner in die Eileiter fort und ebenso erheblich verstärkt in das Collum uteri und besteht aus cirkulär angeordneten glatten Muskelfasern, welche auf einem Längsschnitte durch fibrilläre Bindegewebszüge in zahlreiche stärkere und schwächere Bündel zerlegt erscheinen. Die oberflächlichen Schichten dieser Muscularis umgeben nicht allein die blinden Enden der Utriculardrüsen, sondern es lösen sich auch zahlreiche Fasern los, welche mit den vorher erwähnten intermuskulären Bindegewebszügen in die Propria eintreten und sich mit diesen Drüsenabtheilungen in Verbindung setzen.

Ausserhalb dieser Muskelschicht vereinigen sich die in letzterer verlaufenden Bindegewebszüge zu einem zusammenhängenden, von elastischen Fasern durchzogenen Stratum, welches indess bei einzelnen Hausthierspecies nur äusserst schwach entwickelt ist und nur durch die Lage der grossen Gefässe angedeutet wird. (Stratum vasculare). Diese Bindegewebsschicht, welche in unmittelbarer Nähe der vorhin beschriebenen Muscularis ein dichteres Gefüge zeigt, wie weiter nach aussen, entspricht der Submucosa der übrigen Schleimhäute. Sie verbindet die Mucosa resp. Muscularis mucosae mit einer nach aussen liegenden Muskelschicht, welche aus einer inneren cirkulären und äusseren longitudinalen Lage zusammengesetzt ist und durch äusserst sparsames Bindegewebe mit dem darüber gelagerten serösen Ueberzuge in Verbindung steht. In vielen Fällen fehlt die letzterwähnte Bindegewebsschicht vollkommen und Muscularis und Serosa stossen nicht nur unmittelbar aneinander, sondern es treten sogar Muskelfasern in die letztere hinein.

Die letzterwähnte Muskelschicht tritt, wie dies Querschnitte von den Uterushörnern am besten beweisen, mit dem Ligamentum latum an die Uterushörner heran und stellt gewissermassen verstärkte Platten der zwischen den beiden Blättern des erwähnten Bandes vorkommenden Muskelfasern dar. An den Ansatzstellen dieses Bandes fehlt daher an einer mehr oder weniger breiten Stelle dieser muskulöse Ueberzug, da durch das Auseinandertreten der beiden serösen Blätter auch nothwendig die mit ihnen im Zusammenhange stehende glatte Muskulatur von einander entfernt werden muss.

Die zahlreichen Arterien des Uterus mit ihren stärkeren Zweigen liegen in dem Raume zwischen der inneren cirkulären und der äusseren zweischichtigen Muscularis. Bemerkenswerth ist, dass diese Gefässe hier häufig einen

gewundenen Verlauf zeigen und sich durch den Besitz eines auffallend starken Muscularis, sowie starker adventitieller Scheiden auszeichnen. Ein Theil ihrer Seitenzweige tritt nach aussen in die unter der Serosa gelegene Muskelschicht und verzweigt sich daselbst; der grössere Theil derselben gelangt mit den zwischen den Muskelbündeln gelegenen Bindegewebszügen in die Propria und wird hier in ähnlicher Weise, wie die Drüsen, von Scheiden umgeben. Sie verlaufen nach der Oberfläche,

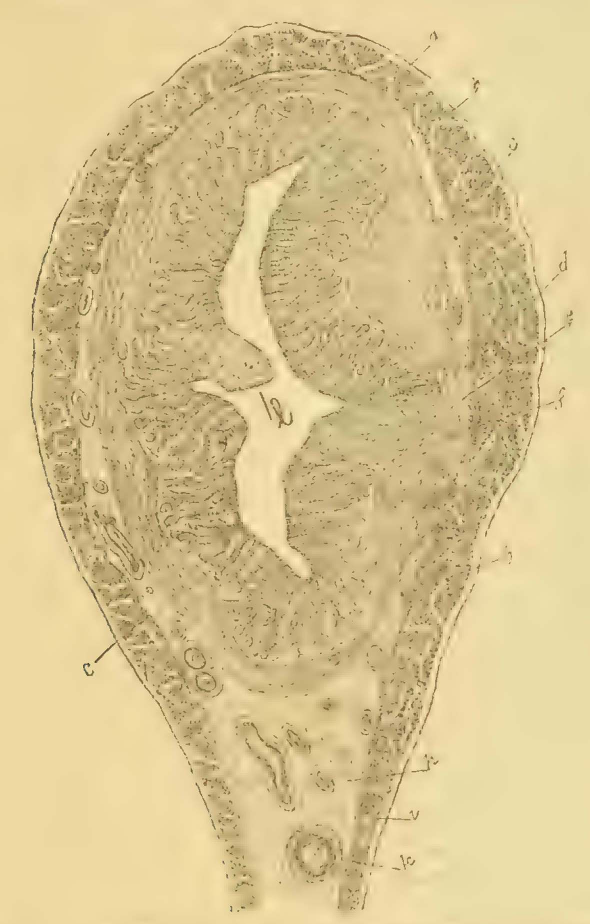


Fig. 213. Querschnitt durch das Uterushorn eines Schafes.
a) Serosa, *b*) Längsfaserschicht der Muskelhaut, *c*) Kreisfaserschicht derselben, *d*) Submucosa, *e*) Muscularis mucosae, *f*) Propria mucosae, *g*) Gefässe, *h*) Ligamentum latum, *i*) Musculatur desselben, *k*) Gefässe zwischen den Platten des breiten Bandes. (Nach Ellenberger.)

wobei sie die Drüsen umspinnen. In den drüsenlosen Theilen der Uterusschleimhaut, in den Cotyledonen liegen sie in Bündeln zusammen, und ziehen sich ebenfalls nach der Oberfläche hin, wo sie sich, wie auch die Gefässe des interglandulären Gewebes in ein engmaschiges, unmittelbar unter dem Epithel gelegenes Capillarnetz auflösen. Die Venen verlaufen in ähnlicher Weise, wie die Arterien.

Der Uterus ist ferner ungemein reich an Lymphgefässen. Die

Sammelgefässe derselben liegen ebenfalls in der Submucosa, ihre Wurzeln theils in der Serosa, theils in der Mucosa; in letzterer bilden sie um die Drüsen, wie um die Blutgefässe Scheiden, welche durch Lücken mit dem Gewebe der Propria in Verbindung stehen. In den äusseren Schichten der Mucosa gehen diese Räume in Lymphgefässe über, welche mit den öfter erwähnten Bindegewebszügen in die Submucosa eintreten und sich hier zu grösseren Stämmen sammeln.

Die Nerven des Uterus, welche vom Plexus hypogastricus stammen und theils aus grauen, theils markhaltigen Fasern bestehen, treten mit den Gefässen in die Uteruswandung hinein, in deren Submucosa sie mit Ganglienzellen in Verbindung stehen. Ein Theil der Fasern begiebt sich an die Muskelfasern, ein anderer Theil in die Schleimhaut. Der weitere Verlauf und die Endigung der Nerven in der letzteren ist noch unbekannt.

In den Hörnern erfahren in der Nähe der Eileiter die angeführten Schichten der Uteruswand eine allmähliche Reduction. Die Drüsenschläuche werden kürzer, sparsamer und verschwinden endlich ganz. Auch die Muskelschichten nehmen an Stärke ab. In ähnlicher Weise, wie an den Tuben verschwinden auch die Drüsen der Uterusschleimhaut am Collum, so dass die Schleimhaut des Cervicalkanales bereits vollkommen drüsenlos ist. Dieselbe ist ferner, besonders bei den Wiederkäuern, in hohe Längsfalten gelegt, die durch tiefe Furchen, deren Grund häufig das Vorhandensein von Drüsen vertäuscht, getrennt sind. Der Bau des Stratum mucosum ist im Uebrigen derselbe, wie der der Schleimhaut des Uterus. Auch hier findet sich, dass die oberflächlichen Schichten aus einem Reticulum mit zahlreichen eingelagerten Rundzellen bestehen und von einem flimmernden Cylinderepithel ausgekleidet sind. Die an die Schleimhaut stossende und mit derselben in innigem Zusammenhang stehende Muskulatur des Collum zerfällt in eine innere circuläre und eine äussere longitudinale Schicht. Beide sind durch eine lockere, die Gefässe führende Bindegewebsschicht von einander getrennt und zeigen im Vergleich zu der Muskulatur des Uterus eine erhebliche Verstärkung. Besonders die innere circuläre Schicht ist an letzterer hervorragend betheiligt und bildet eine Art Schliessmuskel, welcher sich bei Thieren, welche eine frei in die Vagina hineinragende Abtheilung des Collum besitzen, auf diese fortsetzt und hier ebenfalls an die Schleimhaut des Cervicalkanales stösst, während die nach aussen gelegenen Partien des portio vaginalis aus fibrillärem Bindegewebe aufgebaut und von dem geschichteten Plattenepithel der Vagina überzogen sind. Ausser den zwischen den angeführten Muskelschichten liegenden Blutgefässen kommen auch noch andere zur Beobachtung, welche ausserhalb der longitudinalen Muskelschicht, zwischen dieser und der Serosa, gelegen sind. Beide zeichnen sich durch ihren gewundenen Verlauf, sowie durch die starke Entwickelung ihrer Muscularis aus und stehen mit den Blutgefässnetzen der Vagina in Verbindung.

4. Die Scheide.

Die Wand der Scheide unserer Hausthiere lässt ebenfalls drei Schichten unterscheiden, eine Schleimhaut, eine Muscularis und endlich der letzteren aussen anliegend an dem vorderen Theile der Scheide einen Ueberzug der Serosa peritonei, während die hintere Abtheilung derselben durch lockeres Bindegewebe, welches als Adventitia bezeichnet werden könnte, mit den benachbarten Organen in Verbindung steht.

Die Schleimhaut der Scheide besteht aus einem Geflecht fibrillären Bindegewebes, welches von elastischen Fasern durchzogen ein ziemlich dichtes Stratum proprium bildet. Nur bei dem Pferde zeigt dieses letztere eine mehr lockere Beschaffenheit. In unmittelbarer Nähe der Oberfläche der Schleimhaut bekommt dieses Gewebe ein mehr retikuläres Aussehen, indem die Bindegewebsfasern feiner werden, sich durchflechten und in ihren Maschen zellige Einlagerungen enthalten. Bei einzelnen Thiergattungen, so namentlich beim Rinde und Schweine, kommen ferner Lymphfollikel in dieser Schicht der Schleimhaut zur Beobachtung. Im Uebrigen ist die letztere bei allen Hausthieren vollkommen drüsenlos.

Die Oberfläche der Schleimhaut ist in zahlreiche Längsfalten gelegt, die von dem Collum uteri nach dem Vestibulum an Höhe zunehmen. Ein Papillarkörper ist vorhanden, wenngleich derselbe in der Regel nur schwach entwickelt ist und die unregelmässig gestalteten Papillen meist nur in Form schwacher hügelförmiger Erhebungen zu beobachten sind. — Das Epithel wird von einer ziemlich starken Lage geschichteten Plattenepithels gebildet, welches nach hinten ohne Unterbrechung in den epithelialen Ueberzug der Schleimhaut des Vestibulum übergeht, während es sich nach vorn bis zum Orificium externum des Collum erstreckt.

Die Vaginalschleimhaut wird von zahlreichen Gefässen durchzogen, die ziemlich gestreckt nach der Oberfläche verlaufen und sich hier in zahlreiche Zweige auflösen. Sie stammen theils von grösseren Gefässstammen, welche in den tieferen Schichten der Schleimhaut verlaufen, theils zwischen den Muskelschichten der Vaginalwand gelegen sind.

Die Muscularis der Vagina lässt eine innere circuläre, mit der Schleimhaut im Zusammenhang stehende und eine äussere longitudinale Schicht organischer Muskelfasern unterscheiden. Beide stellen Fortsetzungen der Uterusmusculatur dar. Es lässt sich leicht feststellen, dass diese letztere an dem Collum uteri sich mit ihrer circulären Innenschicht, der Muscularis mucosae nach der Ellenberger'schen Auffassung, an der Bildung des circulären Sphincter betheiligt, während die beiden übrigen Schichten über diesen hinweg ohne Unterbrechung in die Wand der Vagina übergehen. Sie sind hier durch eine schwache, Blutgefässe führende Bindegewebsschicht miteinander verbunden, welche zahlreiche, zu Bündeln vereinigte elastische Fasern enthält. Letztere lassen sich

auch in jenen Bindegewebszügen nachweisen, welche die Bündel der Muskelschichten umgeben.

Beide Muskelschichten, besonders aber die innere, nehmen im weiteren Verlaufe nach hinten an Mächtigkeit zu und erreichen ihre grösste Stärke in der Gegend der Einmündung der Urethra in die Scheide. Es ist hierbei jedoch zu bemerken, dass schon vor dieser Stelle die oben angegebene regelmässige Schichtung aufgehört hat: ein grosser Theil der longitudinalen Bündel tritt in die circuläre Schicht hinein, drängt die Bündel auseinander und verläuft zum Theil in longitudinaler Richtung, zum Theil treten dieselben in schiefer Richtung in die Schleimhautfalten hinein, wo sie sich in feinere Bündel und schliesslich in Fasern auflösen, die an einzelnen Stellen sich bis zur Oberfläche der Mucosa hinziehen. Die ersterwähnten Bündel strahlen auch in jene Schleimhautfalte hinein, die den Eintritt der Urethra überbrückt, und bilden somit auch die Grundlage der sogenannten Scheidenklappe der Stute. — Ein Durchschnitt durch die Scheide in der angegebenen Gegend zeigt somit den verschiedensten Verlauf der Muskelbündel. In der Nähe der Schleimhautoberfläche sind es zumeist longitudinal oder schräg verlaufende Bündel, hierauf folgen circuläre mit longitudinalen Bündeln abwechselnde und endlich am meisten nach aussen longitudinale Muskelbündel. Die in der Nähe des Collum uteri vorhandene, beide Muskelschichten voneinander trennende Bindegewebsschicht ist an dieser Stelle nicht mehr zu unterscheiden. Die grösseren, meist in der Längsrichtung der Scheide verlaufenden Gefässe liegen hier in unregelmässiger Weise angeordnet in den zwischen den Muskelbündeln reichlich vorhandenen Bindegewebszügen.

In der äusseren Bindegewebsschicht, sowie in dem subserösen Gewebe in der vordersten Abtheilung der Vagina verlaufen zahlreiche Venen und Nerven, von denen die ersteren wahre Geflechte bilden, welche mit den Venengeflechten des Vestibulum, der Urethra, sowie mit denen des Collum uteri in Verbindung stehen. In der Nähe der Nerven lassen sich bei mehreren Thiergattungen, wie beim Rinde, dem Schafe, den Fleischfressern Ganglienzellenhaufen beobachten, die meist aus 20—30 multipolaren Zellen zusammengesetzt sind. Sie finden sich nicht nur hier, sondern auch in der Submucosa der Seitenwände des Vestibulum vor. Die mit diesen Ganglien in Verbindung stehenden Nerven treten in die Muscularis und Mucosa der Vagina ein und verzweigen sich dort. Ueber ihre Endigung liess sich nichts Bestimmtes feststellen.

5. Vestibulum und Clitoris.

Der Bau der Schleimhaut der Vestibulum zeigt keine wesentlichen Unterschiede von dem der Vagina. Auch hier besteht die Propria aus einem lockeren Stratum fibrillärer Bindegewebs- und elastischer Fasern, welches in der Nähe der Oberfläche zellenreicher erscheint und auch häufig eingelagerte Lymphfollikel aufweist. Gegen die Schamlippen

wird die Mucosa derber und stärker und ebenso nimmt der epitheliale Ueberzug an Mächtigkeit zu. Der Papillarkörper ist stärker enwickelt, wie in der Vagina; die Papillen nehmen ebenfalls im Verlaufe der Schleimhaut von vorn nach hinten an Grösse zu und erreichen ihre stärkste Entwickelung in der Nähe der Uebergangsstelle der Schleimhaut in die äussere Haut. Sie besitzen hier meist eine finger- oder keulenförmige Gestalt und stellen meist Gefässpapillen dar, welche ihre Zweige von den zahlreichen Arterien erhalten, welche in den tieferen mehr lockeren Schichten der Mucosa mit grösseren Venen zusammen verlaufen, und theils mit den Maschenräumen der Corpora cavernosa vestibuli, theils mit jenen der Clitoris in Verbindung stehen. Nach aussen von dieser Gefässzone liegt glatte Muskulatur. Dieselbe stellt eine Fortsetzung der Muscularis der Vagina dar, bildet hier jedoch keine zusammenhängenden Schichten, sondern ihre longitudinal, schief und circulär verlaufenden Bündel sind in unregelmässiger Weise in das Grundgewebe eingestreut und liegen zum Theil in jenen Balken, welche die Gefässe von einander trennen. Sie lassen sich bis in die Schamlippen verfolgen, wo sie zwischen der Vorhofsschleimhaut und der allgemeinen Decke gelegen sind und in grösstentheils circulär verlaufenden Zügen den Eingang in das Vestibulum umgeben. An der äusseren Fläche der weiter unten zu beschreibenden Corpora cavernosa vestibuli sammeln sie sich zu stärkeren, ebenfalls meist in circulärer Richtung angeordneten Schichten an.

Am meisten nach aussen liegen endlich circuläre Lagen quergestreifter Muskulatur. Dieselben gehören theils dem Harnröhren-Scheidenmuskel, dem Schnürer der Scham und des Vorhofes an und umgeben somit das Vestibulum von seiner vorderen Grenze bis in die Schamlippen hinein.

Die Schleimhaut des Vestibulum ist wie die der Vagina im Allgemeinen drüsenlos. Nur an einigen ganz bestimmten Stellen finden sich bei einigen Thiergattungen theils in der Mucosa selbst, theils ausserhalb derselben und dann meist ziemlich stark entwickelt, Drüsen vor, die den Cowper'schen Drüsen des männlichen Thieres entsprechen. Bei den Stuten gehört hierher eine Anzahl langer, schwach gewundener Schläuche, welche am Boden und an der oberen Wand mit reihenförmig angeordneten papillenartigen Erhebungen münden. Dieselben ziehen sich tief in die Wand des Vestibulum hinein, wobei sie sich mehrfach theilen und schliesslich mit kolbenförmigen Anschwellungen enden. Ihre Stärke beträgt in der Nähe der Schleimhautoberfläche 1,0—1,5 *mm*. Sie werden von einem niedrigen cylindrischen Epithel ausgekleidet, welches einer verdichteten und vereinzelt glatte Muskelfasern führenden Schicht des umgebenden Gewebes aufsitzt.

Die Bartholini'schen Drüsen der Wiederkäuer stellen zusammengesetzte acinöse Drüsen dar. Sie zerfallen durch breite Züge interstitiellen Bindegewebes, welches zahlreiche, ziemlich starke und in der verschiedensten Weise angeordnete Züge glatter Muskelfasern enthält,

in mehrere Lappen, deren Ausführungsgänge sich zu einem 3—4 *mm* weiten gemeinschaftlichen Kanal vereinigen.

Die Lappen zerfallen wieder in grössere und kleinere Läppchen, welche aus einer Anzahl ovaler oder rundlicher Acini bestehen, die hinsichtlich ihrer feineren Struktur fast vollständig mit den Acini der Cowper'schen Drüsen des männlichen Thieres übereinstimmen. Sie besitzen meist einen Durchmesser von 0,045 *mm*, liegen indess nicht so dicht nebeneinander, wie in der Cowper'schen Drüse, sondern sind durch 0,009—0,012 *mm* breite Züge eines feinstreifigen mit spindelförmigen Kernen versehenen Gewebes von einander geschieden. Eine Basalmembran ist nicht wahrzunehmen; es sitzen vielmehr dem soeben erwähnten interstitiellen Gewebe die Drüsenepithelien unmittelbar auf. Letztere besitzen eine Höhe von 0,015 *mm* und bestehen aus fein granulirten keilförmigen oder cylindrischen Zellen, deren verhältnissmässig kleiner runder oder ovaler Kern in der Nähe ihres Fussendes gelegen ist. In den Ausführungsgängen kleinsten Kalibers ist das Epithel ein kubisches; dasselbe nimmt mit der Zunahme der Weite der Gänge an Höhe zu, so dass es zunächst als hohes cylindrisches, in Gängen mittlerer Grösse als geschichtetes cylindrisches erscheint. In dem erwähnten gemeinschaftlichen Ausführungsgange erreicht der epitheliale Belag eine Mächtigkeit von 0,10 *mm* und besteht hier in seinen tieferen Lagen aus cylindrischen oder spindelförmigen, in seinen oberen aus keulenförmigen, kubischen oder abgeplatteten Zellen. Eine Basalmembran ist an den Ausführungsgängen ebenfalls nicht vorhanden. Das Epithel sitzt einer verdichteten und aus mit der Längsachse des Ganges parallel verlaufenden Fibrillen bestehenden Schicht auf. — Eine ähnliche Struktur zeigen auch die bei der Katze vorkommenden Bartholin'schen Drüsen.

Bei dem Schweine endlich findet sich 3—4 *cm* vor dem Eingange in den Vorhof auf jeder Seite desselben je eine Grube vor. In dieselben münden mit kurzen, 0,30 *mm* weiten Ausführungsgängen Drüsen von ovaler Form ein, welche eine durchschnittliche Länge von 2,20 bis 2,80 *mm*, eine Breite von 1,20 *mm* besitzen. Sie bestehen aus mehreren Läppchen, welche aus runden, ovalen oder polygonalen Acini zusammengesetzt sind. Letztere werden von einer dünnen Basalmembran begrenzt; das Drüsenepithel ist ein niedriges cylindrisches, welches in den Gängen etwas höher erscheint. In den gemeinschaftlichen Ausführungsgängen findet sich ein mehrschichtiges Plattenepithel vor, welches ununterbrochen in das Stratum epitheliale übergeht. Die Drüsen werden von dem submucösen Venennetz umgeben.

Zwischen der Schleimhaut und der Muskulatur des Vestibulum findet sich ferner jederseits bei der Stute, der Hündin, und bedeutend schwächer entwickelt bei dem Schweine ein cavernoses Gewebe vor. Dasselbe steht bei dem Pferde und dem Schweine durch Venen, welche an dem unteren Ende des hinteren Randes entspringen und sich zu einem dichten Venennetze ausbreiten, welches unter der Schleimhaut, zwischen dieser und dem Corp. cavern. clitoridis gelegen ist, mit dem der anderen

Seite in Verbindung, während bei der Hündin das Corpus cavernosum der einen Seite ohne Unterbrechung in jenes der anderen Seite übergeht und somit den Vorhof halbmondförmig umgiebt.

Die erwähnten Körper entsprechen den cavernösen Körpern der männlichen Harnröhre und sind auch wie diese gebaut. Sie bestehen aus einer Menge in mehrfachen Lagen übereinander liegender, ziemlich grosser und unregelmässig begrenzter Cavernen, welche nach aussen von einer starken Schicht glatter Muskelfasern begrenzt werden, während sie nach innen ohne scharfe Grenze in das Gewebe der Schleimhaut übergehen. In den Balken, welche diese Räume von einander trennen und welche an ihrer den Cavernen zugewandten Fläche ebenfalls mit einem Endothelüberzuge versehen sind, finden sich ausser zahlreichen kleineren Arterien — Zweige der Art. bulbosa — zahlreiche, meist longitudinal verlaufenden Züge glatter Muskelfasern von verschiedener Mächtigkeit, die häufig in unmittelbarer Nähe der Cavernen gelegen ist. Bei der Hündin sind diese Muskelzüge äusserst dünn, dafür aber bedeutend zahlreicher vorhanden. Die Arterien stehen, wie bei dem Corpus cavernosum urethrae des männlichen Thieres mit den Cavernen in direkter Verbindung. —

Die Grundlage der Clitoris wird von den beiden corpora cavernosa gebildet, welche am Sitzbein entspringen, nach kurzem Verlauf mit einander in Verbindung treten und nun entweder gestreckt (Stute, Fleischfresser) oder geschlängelt (Wiederkäuer, Schwein) nach der unteren Commissur der Vulva verlaufen, wo ihre Spitze von der Schleimhaut des Vestibulum überzogen wird. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine geschieht dies gewöhnlich in der Weise, dass die obere Fläche der Spitze des Corp. cavern. clitoridis mit einer Schleimhautfalte des Vestibulum verwächst, während ihre untere Fläche nach einer vor und unter ihr gelegenen Grube, die hier der Kürze wegen Kitzlergrube genannt werden soll, gerichtet ist und von der Schleimhaut der letzteren durch einen mehr oder weniger tiefgehenden Spalt getrennt ist. Bei der Stute wird die stumpfkegelförmige Hervorraguug der Glans clitoridis von einer Schleimhautfalte umgeben, von welcher sie an ihrer vorderen Fläche durch eine tiefe Grube getrennt ist; ihre hintere Fläche steht durch zwei Schleimhautfalten, welche eine kleine Grube umschliessen, mit der Schleimhaut des Vorhofes in Verbindung. Bei der Hündin endlich bildet die Spitze am Boden der Kitzlergrube einen hervorragenden, von zwei seitlichen Furchen begrenzten Längswulst, welcher von einer Schleimhautfalte des Vestibulum bedeckt und von demselben durch einen Spalt getrennt wird. Eine Verschmelzung beider tritt erst im weiteren Verlaufe nach vorn ein.

Was zunächst den Bau der Corp. cavernosa clitoridis anbelangt, so stimmt derselbe bei der Stute mit dem der Schwellkörper des Vorhofs im Wesentlichen überein, nur dass hier eine starke, das Schwellgewebe ringsum umgebende Albuginea hinzukommt. Dagegen weicht die Struktur des Corp. cavern. clitoridis bei den übrigen Hausthieren von dem

Geschilderten in bemerkenswerther Weise ab. Am alleraufälligsten ist dies bei der Hündin der Fall. Ein Querschnitt, den tieferen Abtheilungen des Clitoris entnommen, zeigt, dass die Corpora cavernosa derselben zunächst von einer Albuginea umgeben sind. Dieselbe besitzt ihre grösste Stärke in der Mitte der oberen Fläche, verschmälert sich nach beiden Seiten beträchtlich, und umgiebt auch in dieser Stärke die übrigen Flächen des cavernösen Körpers. An letzteren treten ihre Bündel häufig auseinander und begrenzen Spalten, die mit Fett ausgefüllt sind. Die Albuginea besteht vorzugsweise aus Zügen fibrillären Bindegewebes, zu welchen sich in ihren centralen Partien noch

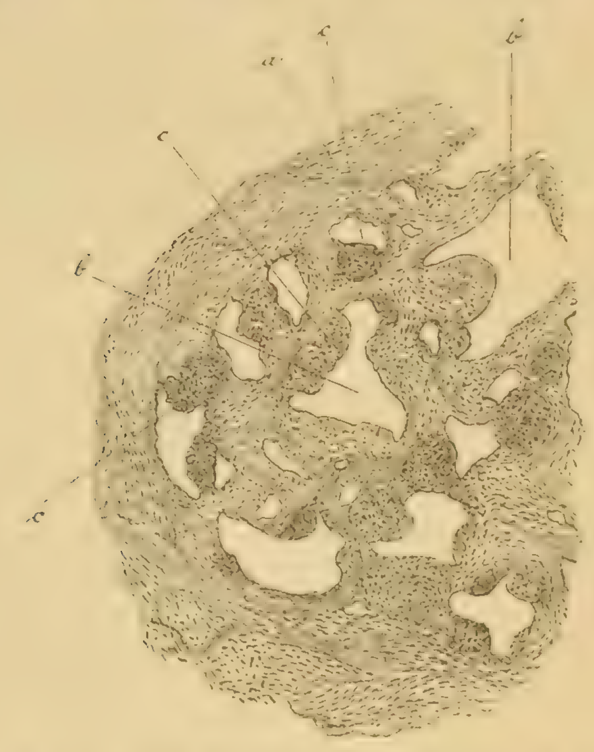


Fig. 214. Theil des Corpus cavern. clitoridis der Stute.
a Albuginea, *bb* cavernose Raume, *cc* Längsbündel glatter Muskelfasern in den Trabekeln.

schwacheBündel glatter Muskelfasern hinzugesellen. Von der Mitte der oberen Fläche geht ein Septum in das Innere der Corpora cavernosa ab, welches in der Nähe des Kitzlerursprunges die Abuginea der unteren Wand erreicht und die dreieckige Querschnittsfläche des Corpus clitoridis in zwei symmetrische Hälften theilt, im weiteren Verlaufe desselben nach der Spitze immer kürzer und unvollständiger wird. Von diesem Septum sowohl, wie von der Innenfläche der Albuginea treten zahlreiche, aus Bindegewebe und glatten Muskelfasern bestehende und zum Theil gefässführende Balken in das Innere ab, welche wiederum zahlreiche dünne Seitenzweige, die auch direkt von der Albuginea entspringen, abgeben, die an ihrem Ursprunge 0,015—0,020 *mm* stark sich

nach meist kurzem Verlauf zu Fäden von 0,006—0,003 *mm* reduciren und in dieser Stärke mit anderen in Verbindung treten. Sie begrenzen so rundliche oder polygonale Räume, welche mit je einer Fettzelle ausgefüllt sind. In den Knotenpunkten der Fäden findet sich meist ein ovaler Kern vor, während die stärkeren Balken stets stäbchenförmige Kerne aufweisen. Die grösseren Gefässe durchziehen die Corpora cavernosa, in den stärkeren Balken gelegen, meist in longitudinaler Richtung. Gegen die Spitze des Kitzlers liegen die Balken dichter, die eingelagerten Fettzellen werden seltener und verschwinden schliesslich vollständig, so dass die Spitze von der Albuginea und von den

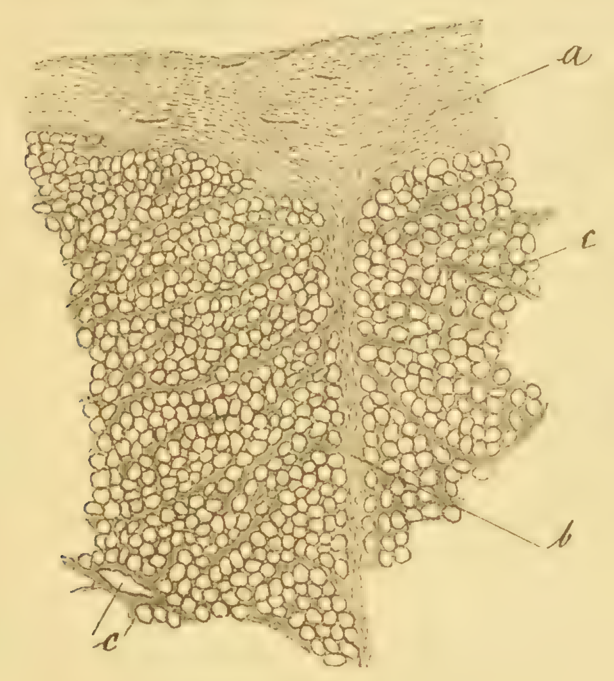


Fig. 215. Querschnitt von der Clitoris der Hündin.
a) Albuginea, *b*) Septum, *cc*) Gefässe.

von ihr abgehenden, sich innig durchflechtenden Bälkchen gebildet wird.

Eine ähnliche Einrichtung zeigt die Clitoris des Schweines und des Rindes. Bei beiden ist indessen, besonders bei dem letzteren, die Entwickelung der Balken nach Zahl und Stärke eine bedeutendere, so dass die Fettzellen in der Clitoris dieser Thiergattungen niemals in den Massen zur Beobachtung kommen, wie bei der Hündin. Neben den Fettzellen, welche theilweise in den Balken eingelagert sind, werden ferner zahlreiche spaltförmige mit Endothel ausgekleidete Cavernen von den Balken begrenzt. Die Clitoris der Katze zeigt ebenfalls diese Einrichtung, hier jedoch mit dem Unterschiede, dass sich durch die ganze Länge derselben und zwar in der Mitte gelegen ein bindegewebiger Strang hindurchzieht, von welchen zahlreiche Bälkchen abgehen, welche

mit jenen der Albuginea in Verbindung treten. In dem centralen Strange lassen sich gegen den Ursprung hin eingelagerte Knorpelzellen beobachten.

An den Seiten- und der unteren Fläche der Albuginea verlaufen in einem lockeren, bei einzelnen Thiergattungen fetthaltigen Bindegewebslager eingebettet zahlreiche gewundene grössere Arterien, Venen und Nerven meist in der Längenrichtung des Kitzlers nach der Spitze hin und werden nach aussen von den Fasern des M. erector clitoridis begrenzt. Die Nerven besitzen meist eine Stärke von 0,16—0,2 *mm* und sind von einem ziemlich starken Perineurium umgeben. Auch die Arterien zeichnen sich durch eine starke Adventitia aus. Mit ihrer oberen Fläche stösst die Albuginea an das unter der Schleimhaut des Vorhofes gelegene Venennetz, welches auch die Spitze der Clitoris umhüllt, beim Hunde an die mediane Abtheilung des Corp. cavern. vestibuli. Letzteres wird zum Theil von einer, in der Nähe der Spitze der Clitoris besonders tiefen Rinne aufgenommen. Es setzt sich dann in jene Schleimhautfalte fort, welche die Kitzlergrube überbrückt und bildet hier einen median gelegenen longitudinalen Wulst, der von der Spitze des Corpus cavern. clitoridis durch den unter der genannten Falte befindlichen Raum getrennt ist.

Die die Spitze der Clitoris überziehende Schleimhaut zeigt den Bau der Vorhofsschleimhaut überhaupt. Drüsen fehlen vollkommen. Die stark entwickelten Papillen sind meist Gefässpapillen. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine tritt in jener Gegend der Kitzlergrube, welcher von der oben erwähnten, mit der Spitze der Clitoris verwachsenen, Schleimhautfalte überbrückt wird, der Papillarkörper in seiner Entwickelung etwas zurück; dagegen zeigen sich an vielen Stellen zapfenähnliche, häufig verästelte Epitheleinstülpungen von 0,30—0,60 *mm* Länge, welche in das unterliegende Stratum mucosum eindringen. Sie sind besonders da recht häufig, wo die erwähnte Falte und die Schleimhaut der Kitzlergrube miteinander in Berührung treten und zwar sowohl in der ersteren, wie der letzteren. In den Räumen, welche von solchen Epithelfortsätzen begrenzt werden, finden sich beim Schweine eigenthümliche kugelige Gebilde vor, die von Krause zuerst entdeckt und von ihm als Wollust- oder Genitalnervenkörperchen beschrieben worden sind. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,15—0,2 *mm*, eine mit länglichen Kernen versehene bindegewebige Hülle, welche einen fein granulirten Inhalt einschliesst, in welchem sich die Endigung der eintretenden Nerven befindet. Die Zahl der letzteren ist in der Regel zwei, selten mehr. Bei ihrem Eintritt geht das Neurilemm in die Bindegewebshülle über. Innerhalb der Hülle theilen sie sich und bedingen so das streifige Aussehen dieser Körperchen. In den tieferen Schichten des Schleimhautüberzuges der Glans kommen ferner beim Rinde und Schweine Endkolben (Seite 224), sowie beim Schweine und der Katze Pacini'sche Körperchen (Seite 225) zur Beobachtung. Sie liegen in der Nähe der zahlreichen Nerven, welche an der äusseren Fläche der Clitoris nach der Spitze

derselben verlaufen und mit ihren Fasern grösstentheils in die Epithelschichten der Schleimhaut eintreten.

6. Die Schamlippen.

Die äussere Haut der Schamlippen besitzt einen stark entwickelten Papillarkörper. Die Papillen stehen dicht nebeneinander und zeigen meist eine kegelförmige Gestalt. Sowohl die acinösen, wie die tubulösen Drüsen sind stark entwickelt. Die ersteren umgeben die Taschen der bei der Stute und dem Schweine nur schwach entwickelten Haare und stellen ziemlich umfangreiche Conglomerate dar, welche bei der Stute eine Länge von 2,40 *mm* und eine Breite von 0,80 *mm* erreichen. Sie sind mit ihrem grössten Durchmesser senkrecht zur Oberfläche der Haut gerichtet und zerfallen in 2—4 Läppchen, welche aus einer Anzahl ovaler 0,075—0,23 *mm* grosser Acini bestehen, welche letzteren von einer dünnen, fein gestreiften und mit spindelförmigen Kernen versehenen Hülle und derselben anliegenden, ziemlich grossen, polygonalen, fein granulirten und mit einem rundlichen oder ovalen Kern versehenen Zellen gebildet werden. Unterhalb dieser Drüsen befinden sich die tubulösen, welche in gleicher Weise, wie die ersteren, zur Oberfläche gerichtet sind. Sie liegen an vielen Stellen in doppelter, ja 3facher Lage übereinander und erstrecken sich bis in die Nähe der Oberfläche der Schleimhaut des Vorhofs. In den obersten Lagen erscheinen sie stets kleiner, wie in den tieferen, wo sie bei der Stute in der Nähe des unteren Schamwinkels einen Durchmesser von 5—6 *mm* erreichen. Die einzelnen Schläuche besitzen hier eine Breite von 0,03—0,12 und werden ebenfalls von einer gestreiften Membran umgeben, welcher ein niedriges Epithel aufsitzt, dessen Zellen meist ein körniges, gelbes oder bräunliches Pigment enthalten. Die 0,08—0,2 *mm*, ausnahmsweise 1,0 *mm* weiten Ausführungsgänge verlaufen stark geschlängelt und mit ampullenartigen Erweiterungen versehen zwischen den acinösen Drüsen nach der Oberfläche und münden theilweise an der Schleimhaut des Vestibulum in unmittelbarer Nähe des Einganges desselben. Die Ausführungsgänge werden von einem niedrigen Epithele ausgekleidet. Die grösseren Gänge besitzen ausser der fibrillär gestreiften Grenzmembran noch circulär um den Kanal verlaufende Muskelfasern, die in der Nähe der Mündung in mehrfacher Lage zu constatiren sind.

Die Drüsen werden von zahlreichen Gefässen umsponnen und ebenso verlaufen zwischen denselben zahlreiche glatte und quergestreifte Muskelfasern in zum Theil mächtigen Bündeln in circulärer Richtung um die Schamspalte. Die ersteren finden sich besonders reichlich und ausschliesslich in dem hintersten Theile des Vestibulum zwischen der Schleimhaut desselben und der äusseren Haut der Vulva. Bei dem Uebergange der letzteren in die erstere verschwinden die Haare und die acinösen Drüsen und die Haut nimmt die bereits geschilderte Einrichtung der Vorhofsschleimhaut an.

Bei den übrigen Thieren finden sich ähnliche Verhältnisse vor. Die

Haare sind hier stärker entwickelt, wie beim Pferde und dem Schweine und hören erst in unmittelbarer Nähe der Rima vulvae auf. Die tubulösen Drüsen erreichen niemals die Grösse, wie bei der Stute; dagegen stimmt der feinere Bau derselben mit den oben gemachten Angaben überein. Zwischen der äusseren Haut und der Mucosa findet sich ein stark entwickeltes Fettlager, welches durch breite bindegewebige Züge, welche von dem Stratum mucosum zu dem Corium herübergehen und in welchen gleichzeitig zahlreiche Gefässe und Nerven verlaufen, in Läppchen zerlegt wird, deren Grösse von vorn nach hinten abnimmt, bis schliesslich eine Verschmelzung beider Strata eintritt.

Die Milchdrüsen.

Von

Th. Kitt,

Docent der Kgl. bayr. Central-Thierarzneischule.

Als ein Organ sui generis, ohne Rücksicht auf die Zahl der Drüsencomplexe, wie sie in bilateraler Anordnung an Brust oder Bauch der verschiedenen Thierarten verschieden angetroffen werden, betrachtet die Histologie die Milchdrüse oder Mamma. Die Milchdrüse erscheint zwar als integumentale Bildung, indem alle epithelialen Elemente derselben vom Ectoderm Ursprung nehmen, während das bindegewebige Gerüst des Organs vom Mesoderm geliefert wird, indess ist sie nichts weniger als eine modificirte Talgdrüse, denn sowohl die Bildung ihres Sekrets, wie die anatomische Struktur unterscheidet sie (Heidenhain) wesentlich von den Talgdrüsen, mit welchen sie oft verglichen wurde.

Ontogenetisches und Phylogenetisches. [Die ersten Anfänge der Milchdrüsen treten bei Hausthieren in äusserst frühen Perioden des Embryonallebens auf, zu einer Zeit, in der noch die Kiemenbögen mit Deutlichkeit zu sehen sind, resp. die Kiemenspalten sich eben schliessen (Rein). Es giebt sich zuerst in jener Gegend der Körperdecke, an welcher am erwachsenen Thiere die Zitzen sich befinden, eine kleine Erhebung in Form eines sanft ansteigenden Hügels kund (primäre Epithelanlage, Rein), welche lediglich durch lokale Wucherung der Malpighischen Schichte bedingt ist. Diese primäre Epithelanlage oder besser Mammartaschenanlage (Klaatsch) hat mit der eigentlichen Milchdrüse noch wenig zu thun, sondern repräsentirt ein von den Monotremen her ererbtes, allen Säugethieren in gleicher Weise zukommendes Gebilde, welches in mehr oder weniger modificirter Form später bei einzelnen Arten persistirt, bei anderen wiederum eine Rückbildung erleidet. Alle bisherigen Untersuchungen haben übereinstimmend dargethan, dass die primäre Anlage in Form einer taschenförmigen Einsenkung, welche von einem Cutiswall umgeben ist, bei allen Säugern zutrifft. Während bei der niedrigsten Stufe der Säuger, beim Schnabelthier, von einer zitzenähnlichen Bildung noch keine Rede ist, sondern nur an einer durch dunklere Färbung kenntlichen Stelle der allgemeinen Körperdecke eine Anzahl Drüsen zur Ausmündung kommt, welche als Milchdrüsen angesprochen zu werden verdienen, ändert sich dieser niedrige Zustand nach Owen, Gegenbaur bei Echidna, indem jene Drüsen zu zwei Gruppen zusammenrücken, deren jede von einer Art Hauttasche umgeben ist.

In ansteigender Linie von dem noch ziemlich indifferenten gemeinsamen Ausgangspunkte bei Echidna divergirend gehen nun je nach dem Anpassungsmodus und der Gebrauchswirkung verschiedene Reihen von Zitzenformen bei den nächst höheren Säugern hervor, die für unsere Hausthiere der Hauptsache nach in zwei sehr extremen Bildungen ihren Abschluss finden. —

Entweder wächst der Boden der Mammartasche (= Drüsenfeld) empor und wird zur Kuppe der Brustwarze, während der Cutiswall schwindet oder in dem basalen Theile der Zitze aufgeht; dann kommen die Drüsengänge auf der Kuppe der Saugpapille zur Ausmündung; oder die Mammartasche (Drüsenfeld, Drüsenboden) bleibt napfartig eingezogen und der umgebende Cutiswall wächst zum Zitzenschlauche

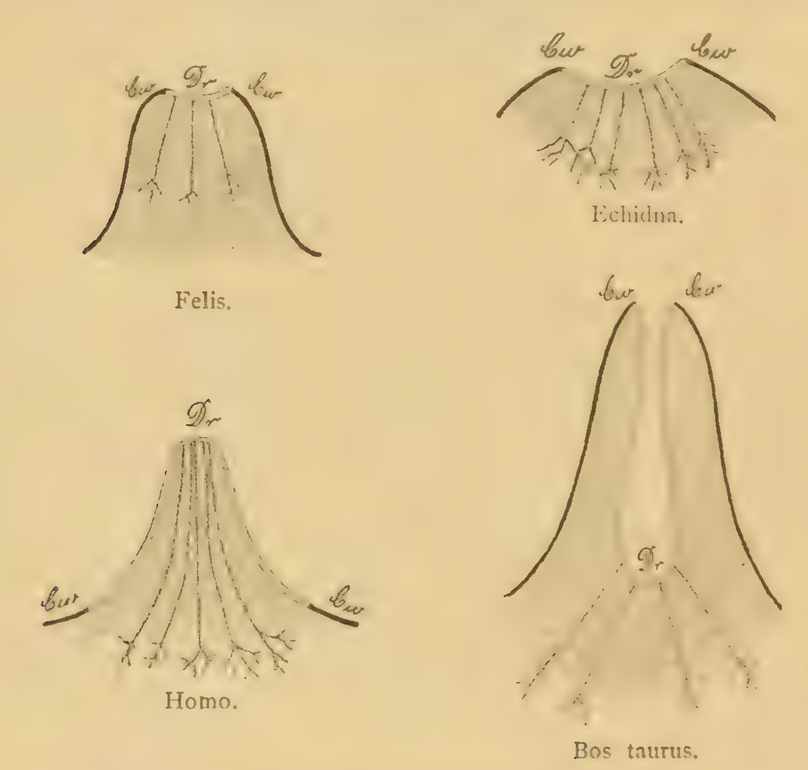


Fig. 216. Schematische Darstellung der Zitzenbildung.
Dr. = Drüsenfeld (Drüsenboden, Mammartaschenanlage). Cw. = Cutiswall. Nach Klaatsch.

aus, so dass die Milchgänge dann in der Tiefe (der späteren Cysterne) münden (Huss, Gegenbauer). Zwischen diesen beiden Extremen giebt es bei verschiedenen Thierklassen mannigfaltige Uebergangsformen.

Der Beweis, dass die sogenannte primäre Anlage (Mammartaschenanlage) keine Drüsenanlage ist, sondern wirklich ein der Mammartasche entsprechendes Integumentalgebilde, liegt insbesondere darin, dass in dieselbe konstant ein Theil der Hornschicht als förmlicher Propf hineinragt, bei einzelnen Marsupialien sogar ein Lumen darin zu embryonalen Perioden auftritt, ja sogar Haare und Talgdrüsen in den tiefsten Theilen der Mammartasche angelegt sind. Der Boden der Mammartaschenanlage treibt später, gleichviel ob er an der Kuppe oder in der Tiefe der Zitze ponirt ist, je nach der Zahl der sogenannten Milchgänge beim Erwachsenen cylindrische, solide, mit leichten kolbigen Anschwellungen endigende Ausläufer oder

Knospen in die Tiefe, welche sich wiederholt verzweigen und allmählich kanalisiren. Das eigentliche Zitzengewebe (glatte Muskulatur) geht aus einem Theile des Coriums hervor und dieses schon frühzeitig sich differenzirende, dicht der Mammartasche anliegende Cutisgewebe wird als Areolargewebe bezeichnet (Klaatsch). (Warzenzone Rein).

Während bei der Mehrzahl der Beutler die Zitze ein erhobenes Drüsenfeld ist (sekundäre Papille), desgleichen die der Halbaffen, Affen theilweise, und bestimmt die des Menschen, ergeben sich bei den Carnivoren einige Modifikationen.

Bei allen Fleichfressern, namentlich beim Hunde und der Katze tritt zu embryonalen Zeiten eine typische Mammartasche auf, die sich mikroskopisch als Hügel mit centraler Vertiefung zeigt (Hundembryo von 6 *cm* Länge, Katzenembryo von 5 *cm* Länge). Der Hügel wird von der Epidermis überdeckt, die sich lokal verdickt und einsenkt, die Anlage besteht aus dem pfropfartig eingesenkten Malpighischen Stratum, um diese von den Cylinderzellen des Malpighischen Stratum austapezirte Mammartaschenanlage erhebt sich die Cutis als deutlicher Wall mit differenzirtem Areolargewebe.

Im Laufe der Entwickelung hebt sich die Mammartaschenanlage, von deren Boden die Milchdrüsensprossung beginnt, flacht sich ab, die Cutiserhebung geht mit und wird steiler; die Zitze der Carnivoren ist der Entstehung nach also sowohl eine primäre wie sekundäre Bildung. Der oberste Theil der Zitze nämlich ist entstanden aus der Erhebung und Abflachung des Drüsenfeldes, welches die Drüsengänge zur Ausmündung an der Spitze bringt, die Mammartasche als solche, ist hierbei eben durch die Abflachung ihres Bodens auf Grund des Höhenwachsthums zu Grunde gegangen; die Areola ist daher auf der Kuppe der Saugwarze zu suchen, wo die Ausführungsgänge münden. Die Kuppe repräsentirt eine sekundäre, die Basis der Carnivorenpapille resp. der übrige Theil entspricht einer primären Zitze, d. h. dem mit in die Höhe gewachsenen Cutiswalle der Mammartasche.

Bei den Wiederkäuern ist die Persistenz der Mammartasche durchgeführt, das Drüsenfeld bleibt am Boden (Huss, Gegenbaur, Klaatsch). Die Zitze entsteht allein durch das Emporwachsen des Cutiswalles zum Schlauche (primäre Papille). Die persistirende, vor Anbeginn napfartig eingesenkte Mammartasche, in deren unterem Theile schon frühzeitig, vor dem Beginn der Milchdrüsensprossung ein Lumen auftritt, wird zur Cisterne, in deren Gebiet auch die Areola zu suchen ist.

Für das Pferd ergiebt sich die interessante Thatsache, dass an jeder Zitze zwei exquisite Mammartaschenanlagen gegeben sind, welche vollständig persistiren und jede derselben entsendet vom Drüsenboden aus mehrere Milchdrüsensprossen (Klaatsch). Die Pferdezitze entspricht daher zwei primären Papillen (entstanden durch Erhebung zweier Cutiswälle, die schon früh miteinander verwachsen). Ebenso ist die Saugwarze des Schweines eine primäre Papille, da sie dem Cutiswalle der Mammartasche ihre Entstehung verdankt (Klaatsch); die letztere persistirt hier, erleidet aber eine Reduktion und verkürzt sich.

Bau der Zitzen. Die Zitzen unserer Hausthiere stellen in jedem Falle eine Erhöhung oder Fortsetzung des Integumentes vor. Ihre Zahl ist meist ein Anzeichen dafür, wie viel Milchdrüsen im engeren Sinne wir bei den betr. Thieren zu vermuthen haben.*)

Auch die männlichen Säugethiere führen Zitzen, denen jedoch

*) Vergl. Kitt, Th., Zur Kenntniss der Milchdrüsenpapillen unserer Hausthiere. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin VII. Bd. 1882.

funktionell und anatomisch unvollkommene Drüsen zu Grunde liegen und die als rudimentäre Organe bezeichnet werden müssen.

A. Zitzen, welche durch Emporwachsen des Cutiswalles und Absenken der Mammatasche entstanden sind (primäre Zitzen).

Die vier vollkommenen Zitzen des weiblichen Rindes, welche hinsichtlich der Grössen- und Gestaltsentwicklung je nach der Rasse und dem Alter des Thieres, der Lactationsperiode oder Sterilität eine verschiedene Beschaffenheit zeigen, bieten eine stark gerunzelte pigment- und haarlose Oberfläche, nur an der Basis der Zitze an der Uebergangsstelle zum Euter finden sich spärliche, den Wollhaaren ähnliche feine Haare. Wo diese fehlen sind auch weder Talg noch Schweissdrüsen nachzuweisen und solche kommen erst an jener Uebergangsparthie zum Vorschein. Die Cutispapillen haben im Bereiche der Zitze eine Höhe von 0,4—0,5 mm, das verhornte Stratum der die Papillen deckenden Epidermis bemisst sich in der Mächtigkeit auf 0,03—0,05 *mm*. Am unteren Ende der Papille schlägt sich die allgemeine Decke in eine Oeffnung hinein (den Strichkanal), dessen Struktur völlig mit dem Integumente zusammenfällt.

Der Strichkanal zeigt nämlich in seiner ganzen Länge (5—8 *mm*) eine weisse, von vielschichtigem Plattenepithel hergestellte Oberfläche, ist gegen die Cysterne scharf abgesetzt und die mehr hoch übereinander liegenden Zellen gleichen bezüglich ihrer Form ganz dem Epidermisbelage der Cutis. Wir treffen auch die oberflächlichsten dieser Zellen in exquisiter Verhornung und Abschilferung und es leitet der Epithelbelag des Strichkanals entschieden seine Abkunft von dem hier eingesenkten Hornstratum der Mammartaschenanlage her. Als Grundlage für das Epithelialgewebe führt der Strichkanal, welcher drüsenlos ist, sehr zahlreiche und grosse Papillen. Diese Papillen sind breit, blättchenartig, stehen in Längsreihen und geben Veranlassung zur Bildung faltenartiger Erhebungen im Strichkanal. Die Cysterne oder der Milchbehälter repräsentirt einen nach dem Füllungszustande verschieden weiten Hohlraum, dessen Innenfläche, resp. Schleimhaut uneben ausgebuchtet erscheint, da vielfach Leistchen und Vorsprünge sich netzartig mit einander verbinden und in das Lumen hineinragen. Die Schleimhaut ist faltig, aber ohne Papillarkörper. Auf der glatten, sehr deutlichen Basalmembran, welche nur entsprechend den Falten der Schleimhaut auf Schnitten einen bogigen Verlauf nimmt, ruhen in einschichtiger Lage Cylinderzellen von Durchschnittsgrösse. Letztere sind Abkömmlinge der Cylinderzellen des Malpighischen Stratums, welches als wandständige Schicht der Mammartaschenanlage in embryonaler Epoche zu eigen war. Die Cylinderzellen haben keineswegs einheitliche Form, sondern zeigen nach Standort auf der Höhe der Falten oder in der Tiefe der Buchten verschiedenes Verhalten. Im Allgemeinen sind dieselben zur Zeit der Sekretion der Milchdrüse schlank, grob granulirt, scharf contourirt, der Zellleib gleichmässig schmal, der Kern gross oval, sie sind durch einen

auffallend langen basalen Fortsatz ausgezeichnet, dessen Ende oft noch in fussförmiger zackiger Platte verbreitert ist oder doppelt geschwänzt ausläuft. (Siehe Fig.). Die grobe Körnung der Cylinderzellen zur Zeit der Lactationsperiode rührt von eingelagertem Fett her, welches oft in Form grosser glänzender Tropfen von halber Kerngrösse den Zellleib erfüllt. Im Allgemeinen schwankt die Länge der Zellen incl. ihres Fortsatzes zwischen 0,008—0,03. Zwischen den Fortsätzen der oberen Cylinderzellenreihe lagern niedrige, abgerundete Ersatzzellen und kommen auch zahlreiche Zwischenstufen in Gestalt kegelförmiger, kurzgeschwänzter Zellen vor. Die Cisternenschleimhaut von Milchdrüsen, welche nie Sekret lieferten, führt einen Belag von Cylinderzellen, welche zarter, durchsichtig, homogen, höchstens feinstaubig granulirt sind, deren Kern weit deutlicher sichtbar ist.



Fig. 217.
a) Cylinderzellen der Cisterne eines secernirenden Kuheuters, *b* do. eines nicht milchenden Kuheuters.

Das eigentliche Zitzengewebe, ein Derivat des Cutisgewebes, ist ein Gemisch von Bindegewebe, elastischen Fasern und einer Unmenge contractiler Faserzellen, das Ganze vielfach durchbrochen von Blut- und Lymphgefässen. Die bindegewebigen Elemente beanspruchen als Verbindungsmassen in Form areolirten Interstitialgewebes einen beträchtlichen Raum, die elastischen Fasern greifen zwischen den welligen Fibrillenbündeln überall Platz; von den zelligen Elementen nehmen leucocythäre Formen den ersten Rang ein, spärlicher sind platte Bindegewebszellen vorhanden. Die Muskelbündel der contractilen Faserzellen lassen in ihrem Verlaufe eine besondere Richtung nicht erkennen, sondern die nur um den Strichkanal deutlicher ausgeprägte Kreisfaserung wird vielfach durch schiefe und längslaufende Züge unterbrochen, von denen die meisten in die Haut ausstrahlen. Die Faltenbildung der Cisternenschleimhaut und die Runzelung der äusseren Decke wird wohl am meisten durch die glatte Muskulatur ermöglicht. Von der Cisterne aus gehen an vielen Stellen sekundäre, drüsenähnliche Ausbuchtungen ab, welche als Schleimdrüsen angesprochen wurden, aber eben sowohl accessorische Milchdrüsenalveolen sein können.

Von den nicht funktionirenden, sogenannten **Afterzitzen**, ist der Mangel eines sie der Länge nach durchsetzenden Kanals bemerkenswerth. Die ganze Afterzitze ist lediglich von dem schon erklärten Gerüstwerk organisirt, bestehend aus Bindegewebe, elastischen Fasern und glatten Muskelbündeln, nebst dem dazugehörigen Gefässsystem und Hautüberzug.

Die **Stierzitzen** (in der Regel 4) haben im Allgemeinen den Bau der Kuhzitze, nur die sämmtlichen Dimensionen sind erheblich geringer. Ein durchwegs offener

Strichkanal mit geschichtetem, oben verhorntem Plattenepithel und nach abwärts gerichteten kleinen Papillen ist vorhanden, ebenso eine in Falten gelegte Cisterne, in welche kleine Milchgänge eintreten. Die Fältelung der Sinuswand ist aber natürlich viel einfacher als bei der bedeutend weiteren Cisterne des weiblichen Thieres. An der Basis der feingewurzelten, unbehaarten Milchdrüsen-Papillen findet sich viel Fett und Bindegewebe, in welches vereinzelte Drüsenläppchen eingebettet sind. Das Sinusepithel zeigt hohe cylindrische Zellen. Schleimdrüschen fand ich nicht vor.

Das castrirte (männliche) Rind nähert sich, was Form und Grösse seiner Zitzen betrifft, entschieden mehr dem weiblichen Typus, dementsprechend ist auch der Zitzenkanal viel ausgedehnter und in der unteren Parthie ebenso geräumig als bei der Kuh. Das hohe, geschichtete Pflasterepithel in dem Strichkanale, der starke Papillarkörper desselben, resp. die grossen der Oeffnung zustrebenden Papillen weichen in Nichts von den gleichen Gebilden der Kuhzitze ab. Der Sinus bietet auf Querschnitten das Bild sehr schöner und zierlicher Fältelung, das Epithel desselben ist einschichtig cylindrisch mit Basalzellen. Unmittelbar neben dem ganzen Kanale und parallel mit seiner Längsaxe laufen sehr starke Arterien und Venen. Die Basis der Zitze trägt ziemlich viel feine Haare, deren Schaft weit in das Gerüstgewebe hineinreicht, und um welche grosse Talgdrüsen reichlich gruppirt sind. Gegen das Euter zu beginnt Fett und Bindegewebe die ausserdem in der Papille vorhandenen elastischen Fasern und contractilen Faserzellen zu verdrängen, und lassen sich dort immer acinöse Drüsenläppchen mit rudimentären, der Cisterne zustrebenden Milchgängen auffinden. Meistens entbehren die Drüsenbläschen eines Lumens.

Hinsichtlich des Zitzenbaues bei Schaf und Ziege finden sich sehr grosse Aehnlichkeiten und analoge Wachsthumbedingungen für weibliche und männliche Individuen, (welche ich in einer besonderen Abhandlung einlässlicher beschrieb). Die allgemeine Decke ist entweder pigmentlos, schwarz gefleckt oder ganz schwarz. Das Pigment hat in erster Linie seine Anhäufung in den weichen, saftreichen Zellen des Malpighischen Stratums. Oberflächlich ist die Zitze fein gerunzelt, selbst höckerig durch prominirende Talgdrüsenmündungen. An der Spitze der Schafzitze sind die Haare mikroskopisch klein, der mittlere und basale Theil mit feinen kurzen, nach abwärts gerichteten Härchen besetzt, deren Wurzeln tief im Zitzengewebe stecken. Der Ziegenbock besitzt meist lange, seideglänzende, weisse Haare an der ganzen Zitze, ebenso die Ziege. Massig entwickelt im Bereich der ganzen Zitze, namentlich in dichter Häufung um das untere Ende, sind die Talg- und Schweissdrüsen bei weiblichen und männlichen Thieren beider Gattungen. Das Kanalsystem stimmt auch hier bezüglich der Struktur mit dem der Rindszitze überein. Es lassen sich präcis drei gesonderte Parthien erkennen, nämlich ein Strichkanal, welcher die Communication nach Aussen vermittelt, eine weite, dehnbare Cisterne und die zahlreichen in diese hereinführenden Drüsengänge. Im Strichkanal findet sich hochgeschichtetes Plattenepithel mit oberflächlich verhornten Lagen, welches auf einem Papillarkörper ruht. Namentlich Querschnitte des Strichkanales geben hübsche Bilder, da die nach abwärts stehenden Papillen noch häufig Nebenpapillen treiben. Die Cisterne bietet auf Querschnitten das Bild einer in regelmässige, zierliche Falten gelegten Schleimhaut. Das Lumen ist am bedeutendsten hoch oben an der Zitzenbasis, wo man an der aufgeschnittenen Cisterne

die vielen sinuösen Hohlräume sieht, welche durch Spangen und Brücken der Schleimhaut an den Einmündungsstellen der grösseren Milchgänge erzeugt werden. Schon sehr tief unten an der Zitze, fast unmittelbar nach dem Strichkanale sind (sehr reichlich bei der Ziege) kleine accessorische Drüsenläppchen um die Cisternenschleimhaut postirt und münden mit nur kurzen Ausführungsgängen unmittelbar in den Milchbehälter. Die Epitheloberfläche des letzteren ist eine deutlich einreihige Schicht hoher Cylinderzellen mit einer zweiten basalen Ersatzzellenlage. Widder und Hammel differiren von den weiblichen Thieren den Zitzen

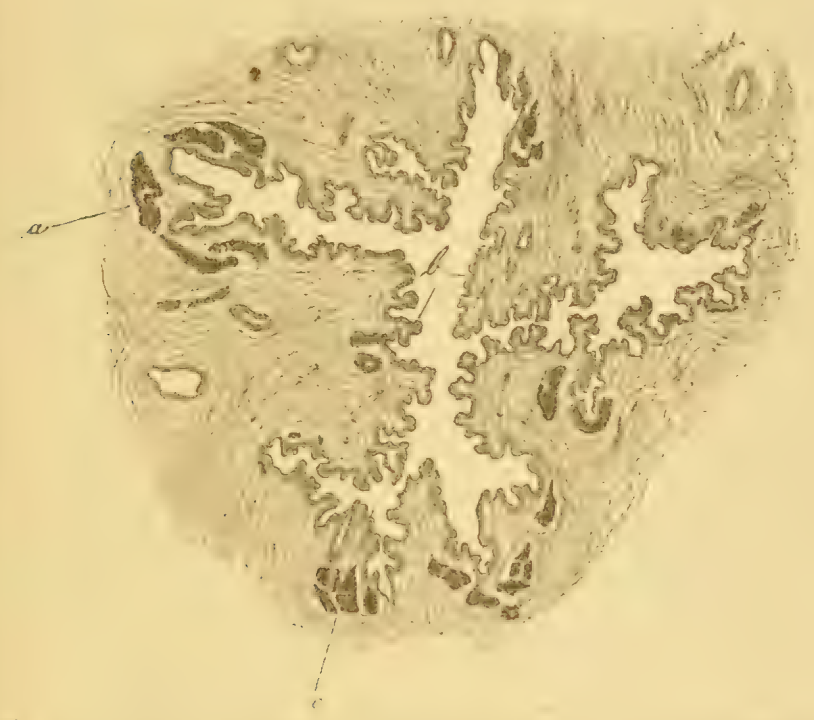


Fig. 218. Milchdrüsencisterne, Querschnitt, Ziege, bei Lupenvergrösserung. *a*) accessorische Drüsenläppchen, *b*) in Falten gelegte Cisternenschleimhaut.

nach durch verkleinerte Dimensionen; die Epitheldecke des Strichkanals und der äusseren Haut*) ist niedriger und lagert auf sehr niedrigen Coriumpapillen.**) Der Sinus ist klein, indess das Gerüste, die Drüsen der Haut sich wesentlich gleich verhalten, die glatten Muskeln sind spärlich vertheilt, bestimmt in viel geringerem Maasse als beim weiblichen Thiere. Rudimentäre Acini an der Euterstelle aufzufinden gelingt ohne Schwierigkeit, namentlich beim Ziegenbock.

*) In den Vertiefungen zwischen den Papillen 0,3—0,4 *mm* beim weiblichen Schaf, 0,01—0,1 *mm* beim Widder.

**) 0,2—0,3 *mm* Schaf, 0,05—0,1 *mm* Widder.

Die Stutenzitze hat eine fast immer schwarz pigmentirte häutige Oberfläche, welche zart und glatt, mit feinen und zerstreut stehenden Härchen besetzt erscheint; eine dünne Talgschicht, welche ständig von den zahlreichen Drüsen geliefert wird, lässt die Zitze beim Befühlen schlüpfrig und fettig erscheinen. Diese Talgdrüsen und zahlreiche durch Grösse ausgezeichnete Schweissdrüsen sind an allen Stellen der Zitzenhaut anzutreffen, indess stehen sie besonders dicht rings um die Strichkanäle und sind hier so stark entwickelt, dass die Oeffnungen ihrer Ausführungsgänge schon makroskopisch wahrgenommen werden können. Wie schon Kruszynski wahrgenommen, sind zwei besonders grosse Talgdrüsen symmetrisch an die beiden Milchkanäle gestellt. Zwei Oeffnungen am unteren Ende jeder Zitze bilden den Zugang zu jedem Strichkanal, der ohne besondere Grenze allmählig zu einem mässig grossen, buchtigen Hohlraum an der Basis der Zitze, zum Milchbehälter sich erweitert. Jede Euterpapille ist daher von zwei Kanalsystemen durchbohrt. Ausnahmsweise findet sich noch eine dritte Oeffnung (Franck) und auch ein dritter Strichkanal und Milchbehälter. Erst in das Receptaculum herein treten die grösseren und kleineren von den Drüsenläppchen herkommenden Milchgänge. Die in enge Falten gelegte Wandung des Strichkanals hat einen starken Papillarkörper zur Grundlage, dessen Fortsätze blättchenartig gegen die Mündung zu nach abwärts gerichtet und von vielschichtigem Plattenepithel überdeckt sind. Eine Strecke weit ist das tiefere Stratum dieser Zellen reichlich pigmentirt. In der Cisterne nimmt die Höhe der Schichtung ab. Die Zellen behalten lange den Charakter der Plattenepithelien und wachsen dann succesive in die Höhe, so dass wir am Fundus der Cisterne Cylinderepithel als einschichtige Begrenzung vorfinden. Glatte Muskelfasern stehen in circulären Bündeln um jeden Strichkanal, in der Region der Cisternen laufen sie parallel mit dieser. Die Fältelung der Sinuswand ist keine so ausgiebige wie beim Rinde, die Furchen seichter.

Die Euterpapillen des Schweines besitzen eine grosse Variationsfähigkeit, und bietet die Anordnung der Ausführungswege das Merkwürdige, dass von vielen Autoren nur ein, von anderen zwei, endlich sogar drei Ausmündungsgänge an einer Papille beobachtet wurden. Ich konnte bei sorgfältiger Untersuchung der Zitzen von vier Schweinen immer zwei Ausführungsgänge constatiren, ebenso bei castrirten männlichen Thieren, in einem Falle kamen mir drei Oeffnungen zu Gesicht, welche auch drei Cisternen angehörten.

Der Hautüberzug ist vollständig haar- und drüsenlos, fein gerunzelt, meist unpigmentirt, erst am Uebergang zum Euter kommen Haare mit den beim Schweine an und für sich verschwindend kleinen Talgdrüsen vor. Auch die Struktur des Ausführungsganges ist wechselnd, man trifft jeden Kanal unten an der Mündung mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet, dem entweder ein völlig glattes, papillenloses Corium zu Grunde liegt, oder welches auf grossen blattartigen, radiär stehenden Papillen ruht; in der Fortsetzung gewinnt jeder Kanal an Lumen und

seine Wand, deren Epithelbelag in der Schichtung und der Art der Zellen successive sich ändert (Platten-cubisches, Cylinderepithel) wird stärker und stärker gefaltet. Zitzengerüst wie bei den anderen Thieren.

B. Zitzen, welche durch Emporwachsen des Drüsenbodens unter begleitendem Höhenwachsthum des Cutiswalles entstehen.

Die Carnivoren von unseren Hausthieren, also Hund und Katze, besitzen Brust und Bauchzitzen, welche in der Zahl, in Grösse und Entwickelung nach Race, Alter und anderen Ursachen (Sterilität, Trächtigkeit, Lactation) starken Schwankungen unterworfen sind.

Bei den meisten Hunden, selbst weissen Pudeln und Seidenhündchen, ist die äussere Oberfläche der Zitzen pigmentirt, stark gerunzelt und die Papillen selbst sind stumpf kegelförmig; allmählich sich verbreiternd gehen die Zitzen zum Euter über. Vereinzelte Haare, deren Feinheit und Länge je nach der Race wechselt, kommen nebst den dazu gehörigen Talgdrüsen an der Zitze vor, im unteren Theile fehlen die Schweissdrüsen. Von den Ausführungsgängen sind 5—8 Oeffnungen da, mit kreisrunder, oblonger oder unregelmässiger Contour von 0,2—0,6 *mm* Durchmesser, denen ebenso viele Kanäle mit in Falten gelegter Wandung entsprechen. Jeder Kanal hat anfangs geschichtetes, oberflächlich stark verhorntes Plattenepithel, zeigt ein geringes Lumen und sein Belag, der nicht auf Papillen, sondern glatter Cutisfläche ruht (nur ganz an der Spitze sind vereinzelte Cutispapillen) gestaltet sich, sowie die Faltung beginnt, aus 2—3 niedrigen Zellenlagen. Die Drüsenläppchen beginnen an dem breiten Theile der Zitze erst vereinzelt, lückenhaft, dann immer dichter die Gänge zu umstehen. Das Gerüst ist ein derbes fibröses und elastisches Gewebe, durchzogen von Quer-, Längs- und schiefen Bündeln glatter Muskelfasern. Bei einem männlichen Hunde, welchen ich untersuchte, fanden sich drei Ausführungsgänge, welche ebenfalls unregelmässig rund, dann gefaltet auf dem Querschnitte erschienen und deutliches Lumen besassen.

Um jede der Oeffnungen waren glatte Muskeln zu einem geschlossenen Ringe nach Art eines Schliessmuskels angeordnet. Neben den Mündungen und dann noch im übrigen Theile der Zitze standen Haare und Talgdrüsen.

Die drei Kanäle reichten tief in das zwischen Haut und Bauchmuskulatur befindliche Fettgewebe und endigten sich verzweigend mit ein paar Drüsenläppchen.

Die Katze hat an ihrer Bauchseite für gewöhnlich vier Zitzen von stumpf-kegelförmigem Aussehen und einer Länge von 1/2 *cm*, welche, durch die reichliche Behaarung des Felles verborgen, nur dann leichter sichtbar werden, wenn das Thier trächtig ist. Ihre Farbe ist weiss bei weissen und dreifarbigen Katzen; ein braunes Colorit zeigen die Zitzen der grauen und schwarzen Thiere, dabei sind nur mikroskopische Härchen auf der Zitze selbst, deren Wandung sehr viele Talgdrüsen, spärliche und meist auf die Basis beschränkte Schweissdrüsen nachweisen kann.

Die Zahl der an der Spitze der Papille zur Ausmündung kommen

den Gänge variirt sehr. Die Regel ist, dass fünf Röhren der Milch zur Entleerung dienen, es können aber auch nur vier Oeffnungen oder selbst mehr zugegen sein, die nicht alle in einer Ebene münden, sondern von denen die eine Hälfte an der Spitze der Papille, die andere etwas tiefer zu stehen kommt. Nicht selten ist es ferner, dass die Hauptoffnungen noch um ein Drittel oder die Hälfte kleinere Nebenoffnungen dadurch entstehen lassen, dass Brücken von dem stark geschichteten Epithel quer durch das Lumen des grösseren Kanals sich hinziehen, also einfache Lücken oder Spalten im Epithel repräsentiren. Die Strichkanäle sind, wenn sie isolirt stehen, fast kreisrund, manchmal haben sie die Neigung, in Gruppen von zwei und drei sich aneinander zu legen und sind dann an der Berührungsstelle abgeplattet. Das Cutisgewebe, auf dem das hochgeschichtete Plattenepithel des Strichkanals Grund fasst, ist ganz glatt berandet, ohne jede papillenartige Erhöhung. Gegen das Euter zu werden die Gänge etwas weiter, allmählich faltig, und mit dem Beginne dieser Faltenbildung nimmt die Höhe des Epithels derart ab, dass eine zwei- bis dreischichtige Lage cubischer Zellen den Uebergang zum Cylinderepithel der feineren Milchgänge herstellen hilft. Grosse Hauptmilchgänge, welche also direkt, ohne ampullenartige Erweiterung, in den Strichkanal übergehen, sah ich bei einer ausgewachsenen säugenden und einer trächtigen Katze fünf und konnte bemerken, dass schon am Strichkanale ein Zuwachs kleiner Milchdrüsenläppchen zu Stande kam, der, je höher gegen das Euter zu, immer bedeutender wurde. Die Gruppirung der Gänge bedingt sich daher, dass von konzentrischen Bündeln glatter Muskelfasern je zwei und drei derselben in einen Kreis gefasst werden, überdies laufen Längszüge dieser Faserzellen theils mit den Gängen, theils zweigen sich dieselben nach der Haut hin ab und durchbrechen die Zwischenräume der Kreistouren.

An der Zitze jener säugenden Katze kamen zwischen den Oeffnungen die Quertchnitte vieler animaler Muskelbündel zum Vorschein, welche daher als den Strichkanal begleitende Längsmuskelzüge zu betrachten sind. Aehnlich wie die contractilen Faserzellen schliessen sich hier auch quergestreifte Muskel zu Ringen um je zwei oder drei Kanäle und überdies gehen noch ausgedehnte Züge um den ganzen Komplex beider Kanalgruppen. Das Vorhandensein dieses Muskelapparates, welcher seine Abkunft von den Bauchmuskeln herleitet, wird jedenfalls auf die etwaige Fähigkeit der Milchretention sich beziehen lassen, um so mehr, als ich diese willkürlichen Muskelbündel sich weit zwischen die Drüsensubstanz neben den Gängen her einsenken sah. Viele dieser Muskelfasern zweigten zur Haut ab. Da ich bei anderen Katzen die animalen Muskeln in der Zitze nicht wiederfand, so scheint es mir nur eine individuelle Eigenschaft zu sein. Das Zitzengerüst gleicht in der Struktur dem Gewebe der Cutis, am Grunde der Papille ist reichliches Fettgewebe dem bindegewebigen Septum für die Drüsenacini beigemischt.

Beim Kater konnte ich zwei höchstens linsengrosse, abgeflachte Papillen in der Bauchgegend nachweisen, welche von vier kleinen, im Fettgewebe eingebetteten engen Gängen, durchbohrt waren. Ein solides Drüsenläppchen hing am oberen Ende jeden Ganges der Papille, welche mit radiär abstehenden Haaren nebst Talgdrüsen reichlich besetzt erschien.

Der für dieses Kapitel engbemessene Raum dieses Handbuches gestattet nicht in eine einlässliche Erörterung der Divergenz in den Anschauungen über Zitzenentstehung und Zitzenstruktur, namentlich der Rein'schen Anschauung einzutreten.

Das secernirende Parenchym.

Der Drüsenkörper eines Euters bietet uns in mikroskopischen Schnitten verschiedene Bilder, je nachdem wir das Organ eines jungen noch nie trächtig gewesenen, eines hochträchtigen, eines im Anfangsstadium, im Höhepunkt oder Endstadium der Lactationsperiode befindlichen Thieres oder eines alten, sterilen Individuums zur Betrachtung wählen.

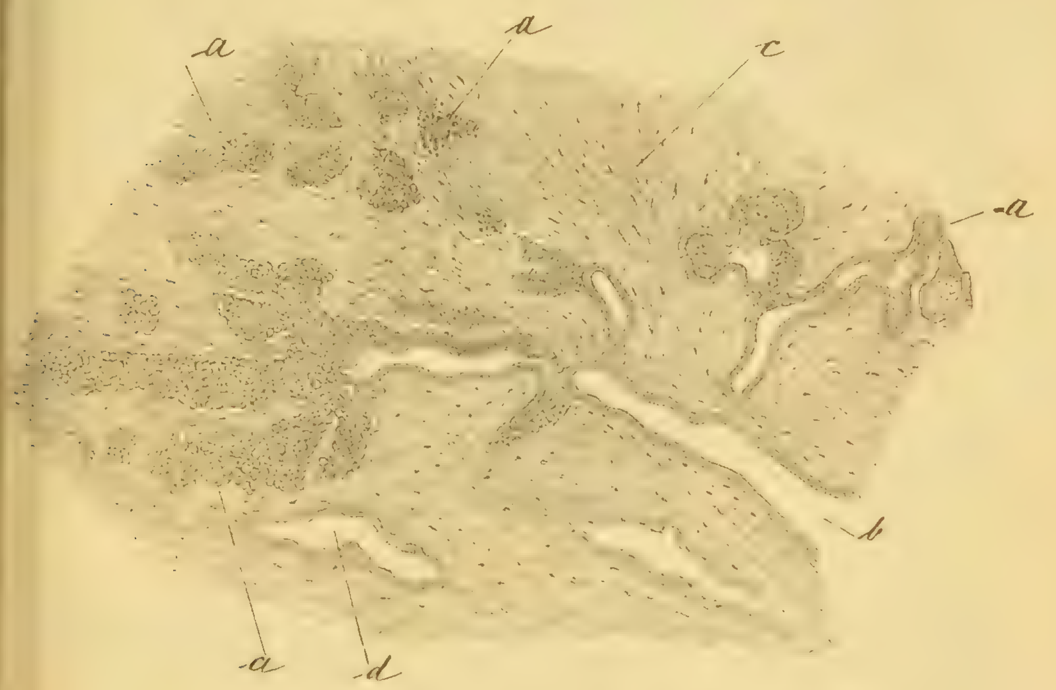


Fig. 219. Schnitt durch die Milchdrüse einer zweijährigen Stute. *a*) Endschläuche, *b*) Milchgang feineren Kalibers, *c*) Interstitium, *d*) Lymphgefässe.

Form und Anordnung der Alveolen. An gut gelungenen Schnitten durch die Milchdruse junger Thiere wird man gewahr, dass in Bezug auf Form des secernirenden Körpers eine Combination von acinöser und tubulöser Drüse vorliegt. Es findet sich nämlich um einen grösseren Milchgang stets eine Anzahl Drüsenschläuche derart gruppirt, dass sie durch primäre und sekundäre Ausführungsgänge von allen Seiten her in diesen Milchgang einmünden; die Alveolen sind hier noch nicht das, was diese Bezeichnung rechtfertigen würde, sondern eher schlauchartig ausgezogene laterale und terminale Endsprossen der Gänge, von denen sie in dendritischer Abzweigung ausgehen. Bei der Stute, in Gestalt 0,03—0,05 dicker Sprossen, sind sie theilweise solid, theilweise mit engem Lumen versehen und stehen ziemlich bedeutend von einander

ab, da sie durch verhältnissmäsig breite Züge vom Bindegewebe geschieden werden. Die cylindrische Anlage tritt namentlich an Längsschnitten der langen Terminalstücke zu Tage, indess die kurzen Zweige eine mehr kolbige Form besitzen.

Es muss angenommen werden, dass durch fortschreitende Knospung der Terminalschläuche während der ersten Lebensjahre und wiederholter Abzweigung vom Gangwerk der Drüse jene Unmenge kolbig ausgebauchter Endbläschen zur Entstehung kommt, welche am Euter trächtiger und säugender Thiere zur Schau kommen. Rosettenartig stehen sie um die Milchgänge und unterscheiden sich weder durch Grösse noch Struktur von Wandung und Zellenbelag wesentlich von den Ausführungsgängen kleineren Kalibers, sondern ihre Form und Lagerung zu diesen hat, wie Heidenhain hervorhob, eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilde der Lungenalveolen. Oftmals sieht man die benachbarten Alveolen von einander nur durch dünne mit Epithel bekleidete Leisten oder

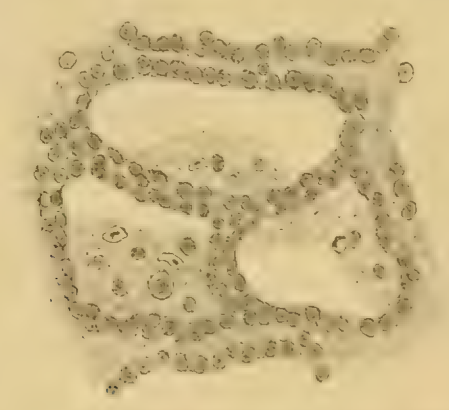


Fig. 220. Milchdrüsenalveolen einer trächtigen Kuh.

Septen zur Hälfte geschieden, so dass ihre Hohlräume theilweise communiciren. Mit der Vermehrung der jetzt (am trächtigen und milchspendenden Thiere) bedeutend expandirten Drüsenbläschen, welche jetzt eher diesen Namen verdienen, geht eine Verminderung der sie scheidenden Bindesubstanzen einher, so dass nur die Gesammtläppchen von einander durch breitere interlobuläre Züge geschieden sind, die einzelnen Endbläschen aber meist bloss einen schmalen Saum dieser Masse zwischen sich lassen, theilweise nur durch zarte Capillaren getrennt sind, also sich fast unmittelbar berühren. Während die im jugendlichen Stadium soliden, schlauchförmigen Endstücke nur partiell eine Lichtung von 0,01—0,02 zeigten, repräsentiren die Alveolen nunmehr Hohlräume von bedeutend grösserem Durchmesser (Pferd 0,05—0,07, Rind 0,1 bis 0,25, Schaf 0,05—0,08) und sind von rundlicheren von Füllung und gegenseitiger Anlagerung abhängigen Formen.

Drüsenzellen und Alveolarinhalt. Während am jugendlichen Euter eine dicht gehäufte Zellenmasse den Inhalt der Endschläuche bildet, welche sich aus unregelmässig gerundeten, mitunter cubischen epithe-

lialen Elementen zusammensetzt, treffen wir je nach den secretorischen Zuständen der Milchdrüsen älterer Thiere ausserordentlich variable Verhältnisse in der Gestaltung des Alveolarepithels.

Betrachten wir die Epithelauskleidung der Alveolen aus dem Euter trächtiger Thiere, so giebt sich dieselbe auf Querschnitten, welche durch die Mitte der Alveolen geführt sind, als 0,004—0,007 breiter, aus niedrigen einschichtigen, fast platten Zellen gebildeter Saum zu erkennen, indess an Schnitten, welche die Fläche oder den Pol der Alveolarwand treffen, auch eine mehr oder weniger deutliche Flächenansicht des Epithelbelags geboten wird. Aus beiden Bildern ergiebt sich, dass die einzelnen Zellen eine polygonale Begrenzung besitzen und niedrig sind, dass der Zellenleib im Verhältniss zur Grösse der kugeligen oder oblongen Kerne gering ausgebildet, stark gekörnt, gegen das Alveolarlumen

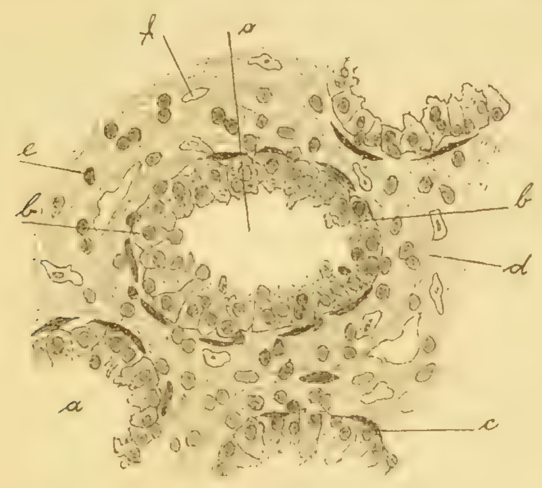


Fig. 221. Schnitt durch eine secernirende Milchdrüse des Schafes.
a) Lumen der Alveole, *b*) Drüsenzellen mit Protoplasmafortsätzen, gegen das Lumen zu ausgefranzt, *c*) Korbzellen der Wandung, *d*) interacinöses Gewebe, *e*) Leucocythen, *f*) Kerne platter Bindegewebszellen.

scharf abgegrenzt, gegen die benachbarten Zellen unmerklich contourirt erscheint.

Partsch beobachtete, das im Plasma der Drüsenzellen des hochträchtigen Thieres neben dem Kern helle, kreisrunde, vacuolenartige, scharf umschriebene Stellen, entweder vereinzelt oder zu zweien in der Grösse eines weissen Blutkörperchens vorhanden sind, welche auf keinerlei Färbungsmethode reagiren, —

Das Lumen selbst erscheint an Schnittpräparaten entweder vollständig leer oder beim hochträchtigen Thiere mit einem feinkörnigen fettglänzenden Gerinnsel ausgefüllt.

Während des Säugungsgeschäftes werden die den Acinus austapezirenden Zellen entschieden grösser resp. höher (der Zellensaum erreicht eine Breite von 0,012—0,015 bei unseren Hausthieren). Der Zellleib, meist von deutlich cubischer Form, ist granulirt und trüb, färbt sich gern diffus (Haematoxylin, Picrocarmin); die Füllung der Alveolen

scheint auf die Höhe des Epithelsaumes Einfluss zu haben, doch bedingt sie nicht einzig die Ausdehnung des letzteren, sondern wie Partsch nachgewiesen und wie ich für das milchende Kuh- und Schaf-Euter bestätigen kann, beruht die Verbreiterung des Saumes in der That auf Formveränderung der zelligen Elemente, deren Protoplasma gegen die Lichtung der Alveolen verschieden gestaltete Vorsprünge, eine Art fadiger Fortsätze treibt, so dass der freie Epithelsaum wie zerfasert oder ausgefranst aussieht. Sehr häufig hängen abgeschnürte Protoplasmatheile noch mittelst solcher Fäden an den Zellen. Nicht alle Epithelien in jeder Alveole ein und derselben Drüse haben gleiche Form, die Mehrzahl ist cubisch, aber neben diesen treffen wir auch Zellen mit breiter Basis und gegen die Lichtung spitz gerundet oder umgekehrt, mitunter Uebergänge zu plattenartigen Zuständen.

Fettkörnchen oder Fettkügelchen fehlen im Allgemeinen in den Epithelien, oder kommen nur sehr vereinzelt darin vor, nie in jener den Zellleib durchsetzenden Anhäufung, welche fettig degenerirenden Zellen anderer Organe zu Eigen ist. Heidenhain nimmt an, in dem freien, dem Lumen zugekehrten Ende der Zellen bildeten sich Fetttropfen; der von Partsch auch am milchspendenden Euter in den Alveolenzellen beobachtete vacuolenhaltige Raum, der besonders bei Isolation mit chromsaurem Kali deutlich wurde, könnte hiermit identisch erachtet werden. Ich konnte hauptsächlich eine Abstossung protoplasmatischer verquollener Theile der Zelle von dem distalen Theile aus den erwähnten Anhängseln ausdeuten, nahm jedoch auch Fetttropfen an Epithelien wahr und ihnen entsprechend vacuolenhaltige, oft sehr grosse Räume an Präparaten, welche in Alkohol erhärtet und ätherischen Oelen aufgehellt waren.

(Rauber beobachtete nach mehrtägigem Aufenthalt der Drüsen in $^1/_3$—$^1/_2$ pCt. Chromsäure eine deutliche Streifung des Zellleibs (Maus, Kaninchen, Kuh) radiär zur Alveolenaxe sowohl an den Alveolarzellen, wie an denen der feineren Gänge. Heidenhain erhebt Einwände gegen diese Beobachtung, und ich konnte es trotz aufgewandter Mühe ebenfalls nicht beobachten.)

Die Kerne der Alveolarzellen, durch scharfe Randcontour markirt, sind rund und mit vielen (4—10) Kernkörperchen durchsetzt. Nicht selten begegnet man Zellen mit zwei, nach Heidenhain selbst mit drei Kernen.

Partsch untersuchte die Drüsenepithelien auch unter Verhältnissen gesteigerter Sekretionsthätigkeit. Dabei zeigte sich, dass die zur Hypersekretion veranlassten Drüsen eine derartige Grössenzunahme ihres Epithels erfuhren, dass letztere Zellen um die Hälfte höher als bei normal secernirenden Drüsen waren, förmlich zu Cylinderzellen umgestaltet wurden, dass diese Vergrösserung auf einer Vermehrung des Zellprotoplasmas beruhte, welches trübe und färbbar, in den Umrissen undeutlich wurde und nach dem Lumen zu zerfasert, mit feinen protoplasmatischen Fäden besetzt erschien.

Die vacuolenartigen Räume des Spitzentheiles der Epithelien waren abgestossen und in dem Inhalte der Alveolen wieder zu finden, oder sie hingen noch mit protoplasmatischen Fäden halbgelöst an den Zellen. Der Kern der stark thätigen Zellen

war nicht scharf umgrenzt, sondern nur mit Mühe zu erkennen und enthielt nur ein lebhaft glänzendes Kernkörperchen.

Rauber hat auf die Wichtigkeit des constanten Vorhandenseins zahlloser weisser Blutkörperchen nicht nur in den perialveolären Räumen, sondern auch innerhalb des Drüsenepithels zuerst hingewiesen. Die nach Grösse, Form und Färbungsnuance der Kerne von den Epithelialzellen unterscheidbaren Leucocyten liegen sowohl zwischen den basalen Enden der Epithelien, wie an dem der Lichtung zugewandten Rande.

Was den Inhalt der Endbläschen anlangt, so trifft man an Schnittpräparaten letztere theilweise leer, theilweise halbgefüllt, meistens aber eine grössere Menge körnigen Gerinnsels, welches entweder dem Epithelialzellensaume dicht anliegt, oder durch Lücken auf kurze Strecken hin von ihm getrennt ist. An dieser halb körnigen, halb kreuzfaserigen Inhaltsmasse kann man eine fein granulirte, tingirbare offenbar albuminoide Substanz von den eigentlichen kleineren und grösseren, dichtgedrängten, glänzenden Fettkügelchen unterscheiden; dazu sind dem Inhalte noch in grosser Zahl freie Kerne, selbst kernhaltige Zellen, deren Protoplasma theilweise Fettkugeln birgt, eingestreut und namentlich an Pikrocarmin- und Hämatoxylinpräparaten deutlich; nicht selten begegnet man Formen von Fetttropfen, welche von einem sichelförmigen, kappenartigen Protoplasmarest umgeben sind.

(Diese kernhaltigen Zellen müssen am ehesten als Leucocyten angesprochen werden und ebenso die freien Kerne oder Protoplasmaanhängsel der Fettkugeln als Residuen derselben, mitunter stellen sie die Hauptmasse des Alveolen-Inhaltes dar, namentlich in der ersten Zeit der Milchabsonderung. Doch ist eine genaue Unterscheidung von Kernen der proliferirenden Epithelialzellen kaum möglich, wenn einmal Degenerationszustände gegeben, der übrige albuminose Theil scheint ein Derivat des Epithelialsaums zu sein.)

Die Involution der Drüse scheint sich bei Thieren, welche nicht gemolken werden, alsbald nach Abnahme der Jungen einzustellen. Wenige Wochen nach Ablauf der Saugungsperiode fand ich bei Hündinnen die Drüsenbläschen ohne Lumen, oder hochstens mit einer 0,005—0,009 im Durchmesser haltenden Lichtung. Dieselben glichen der Form nach cylindrischen Schläuchen (von 0,015—0,03 Dicke) und waren durch zwischen liegendes Bindegewebe weiter von einander geschieden als dies beim milchenden Euter der Fall ist; der Epithelbelag bot ein eigenthümliches Bild: die Zellen, sowohl der Alveolen wie der feineren Milchgänge waren von unregelmässig cubischer Gestalt, centralwärts oft konisch abgerundet, entschieden nur einschichtig, ihr Protoplasma klar durchscheinend, selten fein staubig; zwischen den Epithelien, meist die ganze Begrenzungslinie einnehmend, öfters nur zwischen den basalen Enden eingezwängt fand sich eine zahllose Menge intensiv gefärbter (Safranin, Metylviolett, Hämatoxylin) Kerne vor, welche wie in das Gewebe eingespritzt erschienen. Die Kerne waren in Folge ihrer starken Tinktion und ihrer stäbchenartigen Form, wenn sie zwischen den Epithelien lagen, ihrer kantigen, dreizipfligen oder sonst eckig unregelmässigen Gestalt, wenn sie zwischen Epithel und Bindegewebe oder im letzteren selbst lagen, sehr auffällig von den blass gefärbten grossen, elipsoiden oder runden Epithelialkernen leicht unterscheidbar. Hier und da sass ein solch tief gefärbter Kern in der kleinen Lichtung einer Alveole an den Epithelialsaum gelehnt, oder scheinbar in einer Epithelzelle neben den Kern der letzteren, in dem eben eine Grenzfläche der Drüsenzelle durch den Schnitt getroffen war, auf welcher der Kern dieser zweiten Zelle lag. In beiden letzteren Fällen zeigten die Kerne runde Formen. Ich halte dafür, dass die erwähnten

Kerne in ihrer variablen, offenbar sich bei Wanderungsvorgängen den localen Verhältnissen anpassenden Gestalt Leucocyten angehoren, deren Bedeutung bei der Involution der Drüse aufzuklären noch weiterer Untersuchungen bedarf. In dem periacinosen Gewebe waren diese Kerne seltener, hingegen zahlreiche kernhaltige Kornerhaufen, welche durch Tinktion als Mastzellen sich erwiesen, eingestreut. —

Nicht alle Alveolengruppen ein und derselben in Sekretion befindlichen Drüse geben gleiche histologische Bilder. Es scheint, als ob Sekretionszustände und Ruhepausen nicht in allen Läppchen isochron sich verhalten, denn vielfach trifft man in ein und der nämlichen Drüse, wenn verschiedene Stucke gleich gehärtet und nachbehandelt werden, die Zeichen der Sekretion in einer Gegend, die des Stillstandes an einer anderen, soweit eben die verschiedene Ausbildung des Epithels und die Anhäufung lymphoider Elemente Schlüsse über Sekretbildung, Regeneration und Rückbildung zulässig macht.

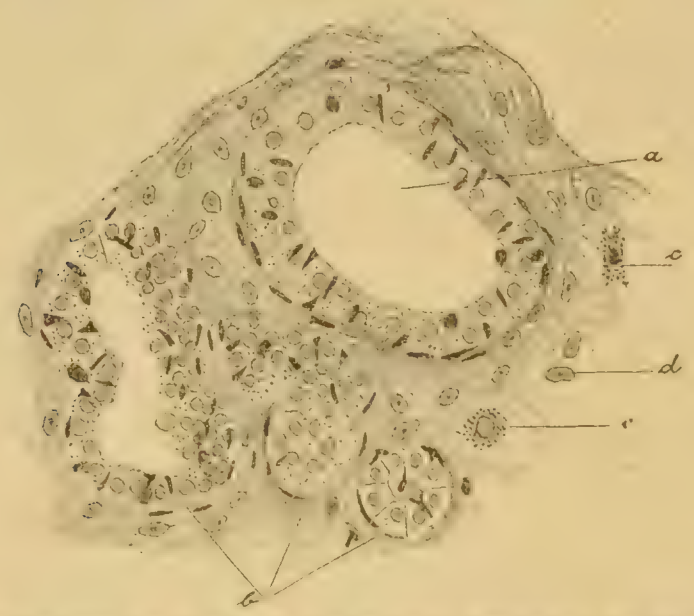


Fig. 222. Milchdrüse des Hundes 4 Wochen nach Beendigung des Säugegeschäftes. *a*) Milchgang, *b*) Alveolen, *c*) Mastzellen; zwischen den Epithelien sieht man die stäbchenförmigen Kerne von Leucocyten, *d*) Kerne von Bindegewebszellen.

Ausser den in obiger Darstellung berührten Anschauungen von Heidenhain, Partsch und Rauber haben noch verschiedene Autoren divergente Mittheilungen über die Charaktere der Drüsenzellen gemacht, der uns zugemessenene Raum verbietet uns aber, näher auf diese Controversen einzugehen.

Wandung der Alveolen. Mannigfaltig gestalteten sich die Angaben der Autoren, wo die Frage berührt wurde, aus welchen Elementen sich die Wandung der Milchdrüsenalveolen constituire. Ob dieselbe eine structurlose Membran, ob die Hülle aus verästelten Zellen bestehe, ob diese sternformigen Zellen für sich die Alveolenkapsel darstellen, auf oder innerhalb einer Membran ruhen, oder endlich, ob die Propria, wie Rauber annimmt, noch durch Endothellagen verstärkt ist, darüber geben nur combinirte Untersuchungsmethoden Aufschluss, nicht einzelne mikroskopische Schnitte.

Eine strukturlose Membran (Basalhaut), lässt sich nach Heidenhain durch Behandlung mit 10$^0/_0$ Kochsalzlösung und nachherigem Zerzupfen der Drüsenstückchen in Wasser nachweisen, indem eine blasenartige Hülle von dem Epithele sich abhebt. Sehr gut gelingt ferner durch Einlegen in Ranvier's Alkohol die Isolation der verästelten an der Innenfläche der Tunica propria befindlichen Zellen, welche durch die dichte Fügung ihrer Ausläufer zur Entstehung einer korbartigen Umflechtung der Alveolen Veranlassung geben. Von der Fläche gesehen sind sie breit, platt und dünn mit zusammengreifenden Fortsätzen ausgestattet, mit grossem, ovalem Kern. Auf Schnitten erscheinen diese Kerne und Zellen sichelförmig. An jungen Drüsen lässt sich eine Basalmembran nicht wahrnehmen, mit dem Alter wird sie als glasheller Saum deutlicher. Ausser diesen beiden Gebilden lässt sich in den Constituentien der Alveolarwandung keine weitere Sonderung wahrnehmen, denn unmittelbar daran schliessen sich nach allen Seiten hin die zarten dünnen Faserbälkchen des trennenden Bindegewebes, welches ziemlich grosse Maschen um die Alveolen bildet.

Interacinöses und interlobuläres Bindegewebe, Blut- und Lymphgefässe. Im Euter des jungen Thieres werden die einzelnen Endschläuche durch verhältnissmässig sehr breite Züge von Bindegewebe getrennt, welches zwischen den Gängen noch stärker entwickelt ist, und allenthalben aus wellig gebogenen Fibrillenbündeln besteht, die reichlich mit platten Bindegewebszellen, spärlich mit elastischen Fasern und Fettzellen untermischt sind. Zwischen den blass tingirbaren, hellen, ovalen, von der Kante spindelförmigen Kernen der Bindegewebszellen finden sich in verschiedensten Formunterschieden die tiefer färbbaren granulirten Kerne von Leucocyten, vielfach auch Waldeyer'sche Plasmazellen und Körnerhaufen, welche jeweils zu Anilinfarben verschiedene Tinktionsintensität zeigen. Mit der Vermehrung der in der Lactationsperiode bedeutend an Lumen expandirten Drüsenbläschen geht eine Verminderung der sie scheidenden Bindesubstanzen einher, so dass nur die Gesammtläppchen von einander durch breitere interlobuläre Bindegewebszüge geschieden sind, die einzelnen Endbläschen aber meist bloss einen schmalen Saum dieser Masse zwischen sich lassen, ja mit den Wandungen im Bereiche der grössten Peripherie sich oft direkt anlegen. Der eigentlich interacinöse Raum bemisst sich für das zwischen den zusammengedrängten Alveolen vorhandene Bindegewebe und die solchen Platz innehabenden Blut- und Lymphcapillaren auf nur 0,1—0,3 bei der Kuh und Ziege, 0,005—0,02 beim Schafe.

Die als Gerüstsubstanz citirten Gewebsformationen sind ausserdem nach Ernährungszustand und nach individueller Constitution in wechselnder Menge vorhanden, so dass, wie schon Erwähnung gefunden, beim secernirenden Euter das Interstitium gegen die Drüsensubstanz in spärlicher Menge, bei fetten Thieren (alten Hunden) das Fettgewebe überreich vertreten, beim sogenannten Fleischeuter des Rindes die Masse

der elastischen Fasern und Fibrillenbündeln in erheblicher Menge vorhanden ist.

Ausser den vorgenannten Gewebsarten wollen Henle, Merkel und Kolessnikow in dem Interstitium unmittelbar an der Wand der feineren Milchgänge glatte Muskulatur gefunden haben. Partsch widerstreitet dies, und soweit meine Beobachtungen reichen, kommen contractile Faserzellen nur im eigentlichen Zitzengewebe, im Gebiet der Areola vor.

Mit dem höheren Alter der Thiere, wenn dieselben nicht mehr concipiren, tritt allmählich Schwund der Milchdrüse ein, doch ist diese wesentlich nach Art und Rasse verschieden. Diese Atrophie äussert sich durch relative Zunahme des elastischen und fibrösen Gewebes und Fettpolsters, durch Reduktion der Endbläschen in solide, collabirte und retrahirte Schläuche mit niedrigem Epithelsaume; meist sind die Terminalstücke und geschrumpften Gänge leer, oft auch mit scholligen, hyalinen, geronnenen Massen erfüllt und in perversen Involutionszuständen, welche dem Gebiete der Pathologie näher stehen. Häufig finden sich bei alten Stuten Pigmentablagerungen in dem rückgebildeten Eutergewebe vor.

Was die Blut-Gefässe betrifft, so bilden sie ein polygonales Maschenwerk um die Alveolen, das Capillarnetz umspinnt, aber nicht direkt dieselben, sondern zwischen hinein schieben sich die Lymphbahnen (perialveoläre Lymphräume), deren Nachweis durch Coyne, Langhans, Kolessnikow mittelst Silbernitratinjektionen gelang. Die Blutcapillaren verlaufen nach Rauber sogar innerhalb der Lymphräume und die Blutbestandtheile transsudiren demgemäss in die Lymphräume. Als Inhalt theilt Rauber den Lymphbahnen gerade während der Lactationsperiode neben dem Serum eine ausserordentliche Menge weisser Blutkörperchen zu, welche aus den Capillaren lebhaft auswandern, sich in den Lymphräumen ansammeln und von hieraus an die Alveolenwand, durch dieselbe, zwischen die Epithelien und ins Innere der Bläschen gelangen, wie thatsächlich an geeigneten Schnitten zu erkennen ist. Mit der Milchsecretion scheint nach neueren Untersuchungen (Partsch und Heidenhain) hauptsächlich ein Ast des n. spermaticus internus in Beziehung zu stehen, doch sind diese Verhältnisse noch nicht genügend aufgeklärt und die Endigungsweise der Nervenzweige in der Drüse selbst noch nicht erforscht.

Das gesammte ableitendende Kanalwerk, welches zwischen Drüsenalveolen und Cisterne, resp. Zitzenoberfläche die Communication herstellt, lässt sich nur nach Grösse und Caliber unterscheiden. Das für die Cisterne und für die feineren Milchkanälchen über Epithelbelag, Wandung etc. Gesagte gilt auch für die an Durchmesser grösseren Milchgänge.

Die genauere Darstellung der morphologischen Bestandtheile der Milch wird in der Physiologie erfolgen.

·Die beigefügten Abbildungen wurden theilweise von den Studirenden der Veterinärmedizin H. H. Heiss und M. Rieck ausgeführt.

Bewegungsapparat.

Von

J. Tereg,

Docent an der Kgl. Thierarzneischule in Hannover.

Unter der Bezeichnung Bewegungsapparat werden diejenigen Organe, welche die Bewegung des thierischen Organismus vermitteln, zusammen gefasst. Die Benennung ist vom physiologischen Gesichtspunkte aus gewählt worden, desgleichen basirt auch die weitere Eintheilung des Bewegungsapparates in den passiven und activen auf physiologischer Grundlage. Unter Berücksichtigung dieses Eintheilungsprincips soll die histologische Einrichtung der hierher gehörigen Organe im Nachstehenden besprochen werden.

I. Der passive Bewegungsapparat.

Zu dem passiven Bewegungsapparat sind alle jene Organe zu rechnen, welche in ihrer Gesammtheit das Skelet bilden: die Knochen und jene Hülfsorgane, durch welche erstere unter einander in Verbindung gebracht werden.

Knochen.

Dieselben sind als Organe zu betrachten, bei deren Bildung Knochengewebe, Knorpel, Bindegewebe, Muskelgewebe, Blutgefässe und Nerven concurriren. Die Knochen der hierbei in Betracht kommenden Gewebe sind bereits in den frühern Abschnitten ausführlich besprochen worden, desgleichen die Entwicklung des Knochengewebes aus Knorpel resp. Bindegewebe. Es wird zunächst darauf ankommen, dasjenige nachzutragen, was durch die bisher ausgeführten Untersuchungen über die histologische Beschaffenheit des Knochenmarkes, des Periost und über die Vertheilung der im Knochen sich vorfindenden Gefässen und Nerven ermittelt worden ist.

1. Knochenmark.

Das Knochenmark besitzt nicht in allen Knochen gleiche Beschaffenheit; ebenso wechselt, wie bei den einzelnen Knochenarten, die histolo-

gische Einrichtung des Markes in den verschiedenen Altersstadien. In dem primordialen Knochen fehlt das Mark überhaupt.

Die **Entwicklung** des Markes in den knorplig präformirten Knochen wird nach den Untersuchungen von Lovén, Strelzoff, Fenger u. a. eingeleitet durch eine Proliferation der Knorpelzellen, welche mit der Bildung von grossen Knorpelkapseln



Fig. 223. Knorpelzellen aus der Wucherungszone eines Os pisiforme vom Schafsembryo. 1—5 Kern- und Zelltheilungsstadien. Härtung in Chrom-Essig-Osmiumsäure. Färbung mit Parme. Leitz $^1/_{20}$ homog. Immers. Oc. o.



Fig. 224. Aus der Verkalkungszonengrenze einer Phalanx prima des Rindsfotus. a) Knorpelgrundsubstanz, b) Knorpelzellen zum Theil im Verschwinden begriffen, c) Osteoblasten. Härtung in Chrom-Essig-Osmiumsäure; Entkalkung in Chromsäure. Färbung in Parme soluble. Hartnack. Obj. 7. Oc. 3.

endet. Die Kapseln schliessen eine helle, feinkörnige Protoplasmamasse ein, mit grossem, rundem, hellem Kern, welcher auch zuweilen fehlt. Gleichzeitig ist die hyaline Zwischensubstanz zwischen den Knorpelzellgruppen vergrössert und durch die eingelagerten Kalksalze körnig geworden. Im umgebenden Perichondrium hat eine Ossification begonnen. Von der tiefsten Schicht des zum Periost gewordenen

Perichondriums aus beginnt eine starke Zellwucherung unter der Bildung von Ausläufern, welche durch präexistirende oder gleichzeitig gebildete Oeffnungen in der dünnen Knochenlamelle sich in den Knorpel hineinschieben.

Im Knorpel verschwinden die schwächeren Knorpelbalken, und die entstehenden Höhlen werden durch wuchernde Zellen ausgefüllt; die ursprünglichen Knorpelzellen gehen zu Grunde. Mit den vordringenden jungen Zellen schieben sich gleichzeitig Blutgefässschlingen in die Knorpelmasse vor. Kölliker betont, dass die eindringenden, aus Gefässen, Grundsubstanz, rundlichen und spindelförmigen Zellen bestehenden Fortsätze des Perichondriums das Knochengewebe nicht auflösen, sondern einfach zur Seite drängen. Die Gefässentwicklung nimmt bald einen derartigen Umfang an, dass die eingewanderten, die Knorpelhöhle erfüllenden Zellen durch die Gefässschlingen gegen die Wände der überall zusammenhängenden Räume gedrängt werden. In diesen primordialen Markräumen beginnt bereits eine Knochenbildung auf den Trümmern der verkalkten Knorpelbalken. Die erste Spur des bleibenden Markes macht sich dadurch kenntlich, dass die Gefässe in den Hohlräumen sparsamer werden und dass ein junges, Kerne enthaltendes Bindegewebe entsteht, welches sehr bald mit runden, kernhaltigen Zellen gefüllt wird, die ganz denen im älteren Marke befindlichen gleichen. Ausserdem finden sich grössere, kernhaltige Protoplasmaklumpen mit zahlreichen Kernen (Myeloplaxen, Robin) in der entstandenen Markmasse eingebettet.

Das bleibende Mark erreicht schnell die Entwickelungsstufe, welche nach der Geburt in jedem sogenannten rothen Marke sich findet durch Zunahme der Markzellen und der Myeloplaxen. Dieser Anschauung gemäss würde das Mark den zellenreichen Schichten des Periost resp. ausgewanderten farblosen Blutkörperchen entstammen, während Virchow, v. Brunn, Klebs, Kassowitz u. A. das Mark aus Knorpeln entstehen lassen, dessen Zellen direct in Markzellen übergehen. Bei dieser Metamorphose soll die Grundsubstanz eingeschmolzen werden.

Das sogenannte **rothe oder lymphoide Mark** findet sich, abgesehen von den Knochen embryonaler oder jugendlicher Thiere, auch in den Knochen erwachsener vor und zwar in der Epiphyse der Röhrenknochen und den kurzen und glatten Knochen. Die Grundlage für das Markgewebe wird gebildet durch ein zartes, bindegewebiges Netzwerk, welches sich am besten mit dem Reticulum der Lymphdrüse vergleichen lässt. Die vorkommenden Bindegewebszellen haben Sternform und enthalten vielfach mehrere Kerne. (Hoyer, Stravinsky, Rindfleisch.) Die Zellen, welche sich in diesem Maschenwerk eingelagert vorfinden, zeigen verschiedene Formen. Die Hauptmasse besteht aus eigentlichen Markzellen, deren Durchmesser 4—10 *mm* beträgt. Sie zeichnen sich durch amöboide Bewegung auf dem Wärmetisch aus und unterscheiden sich von den weissen Blutkörperchen durch die Anwesenheit deutlicher, mit Karmin tingirbarer, oft doppelter Kerne. Ferner finden sich grössere, unregelmässig gestaltete, körnige Protoplasmahaufen mit einer grösseren Anzahl von Kernen, 20—50 *mm* im Durchmesser; freie Kerne 6—7 *mm* gross; kleinere und grössere runde Zellen mit ganz hellem, vollkommen homogenem Leibe und bläschenförmigem oder körnigem Kern (Uebergangsformen); kernhaltige rothe Blutkörperchen, Haematoblasten (Rindfleisch). Die Kerne in den rothen Blutkörperchen des Embryo und des Knochenmarkes haben nach Neumann die Bedeutung wahrer Zellkerne.

In den Diaphysen erwachsener Thiere ist rothes Mark unter physiologischen Verhältnissen gewöhnlich nicht mehr vorhanden. Durch Fettaufnahme seitens der zelligen Elemente erscheint das Mark gelb gefärbt und wird daher als **gelbes** oder **Fettmark** bezeichnet. In demselben sind nur vereinzelte von den oben erwähnten Zellen des rothen Markes aufzufinden. Fast ausschliesslich finden sich Fettzellen vertreten, welche aber nicht wie die Zellen des gewöhnlichen Fettgewebes durch Bindegewebe zu Träubchen verbunden sind, sondern in dem zarten Bindegewebsnetzwerk einfach nebeneinander gebettet liegen.

Diese Fettzellen entwickeln sich vorzugsweise aus sternförmigen Bindegewebszellen. (Neumann, Hoyer, Kolatschewski.) In dem Protoplasma treten zuerst kleine Fettkörnchen auf, welche an Grösse zunehmen, confluiren und schliesslich die Protoplasmareste mit dem Kerne an die Peripherie drängen.

Die lymphoiden Elemente des Knochenmarks verringern sich in demselben Maasse, als die Fettzellen zunehmen. Durch die Beobachtungen Fenger's ist nachgewiesen worden, dass auch die eigentlichen Markzellen durch Fetteinlagerung in Fettzellen sich verwandeln können. Die Fettzellen finden sich ebenfalls in dem rothen Marke allenthalben vereinzelt eingestreut, nur in jenen Markhöhlen, welche in nächster Nähe des Knorpelüberzuges der Knochen liegen, scheinen sie vollkommen zu fehlen. In Folge von andauernd schlechten Ernährungsverhältnissen des Organismus verschwindet das Fett zum Theil aus den Zellen. Die Fettropfen sind alsdann mehr oder weniger verkleinert, theilweise auch innerhalb der Zelle nicht mehr zusammenhängend. Die Grundsubstanz ist fettreicher, die Zellsubstanz zum Theil mit einer schleimhaltigen Flüssigkeit erfüllt. Derartiges Mark, welches sich ausserdem auch durch seine veränderte Färbung auszeichnet, wird als **Gallertmark** bezeichnet. Bei älteren Pferden findet es sich in den meisten Knochen vor, ohne dass der Ernährungszustand ein mangelhafter zu sein braucht.

Eine besondere Berücksichtigung erfordern diejenigen Elemente des Knochenmarks, welche sich durch ihre Thätigkeit bei Bildung der grossen Markhöhlen und der morphologischen Bestandtheile des Blutes in hervorragender Weise betheiligen, nämlich die Osteoklasten und die Vorstufen rother Blutkörperchen. Die Osteoklasten besitzen eine abgeplattete, unregelmässige, selten kugelige Gestalt, sind häufig mit Fortsätzen versehen und zeigen nicht selten an der dem Kopfe zugewandten Seite einen feinstreifigen, 3—5 μ dicken Saum, nicht unähnlich dem der Darmepithelien und enthalten ausser grösseren, gelblichen Körnchen und Kalkkrümelchen noch 2 Arten feiner Körnchen, blasse, gegen Essigsäure resistente und dunkle in diesem Reagens lösliche. Die Kerne mit Kernkörperchen versehen liegen gruppenweise oder zerstreut.

1. Der primordiale Knochen stellt einen soliden Knorpelcylinder dar, in welchem bei Eintritt des endochondralen Ossificationsprocesses lacunäre Räume, die primordialen oder primitiven Markräume in der oben angedeuteten Weise gebildet werden. Die Frage, in welcher Weise dieser ursprünglich angelegte Knochen verändert wird bei der Bildung der Markhöhle, deren Lumen bei dem erwachsenen Thiere bedeutend grössere Dimensionen aufweist als der gesammte jugendliche Knochen, ist in verschiedenem Sinne

beantwortet worden. Strelzoff insbesondere führt die Entstehung der centralen Markhöhle auf eine Erweiterung der primitiven Markräume zurück. Die die letzteren begrenden Knochenlamellen sollen sich allmählich durch interstitielles Wachsthum expandiren und nach der Peripherie hin verschieben. Kolliker und mit ihm eine Reihe namhafter Autoren als Stieda, Wegener, König, Bassini, Busch, Steudener, Schulin, Heuberger u. a. haben mit Erfolg die schon von John. Hunter und Flourens vertretene Ansicht verfochten, dass die endochondral entstandenen Knochenlamellen transitorische Bildungen seien, welche durch Resorption verschwinden. Letztere wird durch Zellen bewirkt, welche sich von denen, die die Knochen bilden, fast in Nichts unterscheiden. Kölliker bezeichnet diese oben beschriebenen Elemente als Osteoklasten. Die ersten Osteoklasten fand Kölliker bei 3,5 *cm* langen Embryonen vom Schaf, Rind, Schwein und Mensch in den Gesichtsknochen; sie erhalten sich überall so lange das Skelett wächst, um mit der Ausbildung desselben zu verschwinden und wahrscheinlich durch Theilungen in Osteoblasten wieder überzugehen, aus denen sie ihren Ursprung genommen haben.

Für diese Ansicht spricht die Thatsache, dass an solchen Knochenportionen, wo eine Resorption stattgefunden hat, nachträglich neues Wachsthum eintreten kann. Nach Wegener und König entstehen die Osteoklasten aus proliferirenden Gefässwandungen. Die Zellen liegen den Gefässwandungen innig an, oft in so grosser Zahl, dass die Gefässe wie mit Myoleplaxen gepanzert erscheinen. Die Osteoklasten finden sich im Innern des Knochens dicht hinter den Ossificationsrändern verknöchernder Knorpel, an den Wandungen aller grössern Markräume sich entwickelnder Knochen (Diploë, Markhöhlen der Röhrenknochen) und an den Wänden besonderer, in den Knochen sich entwickelnder Höhlen (sinus frontales, maxillares etc.). Ferner sind die Osteoklasten auch überall dort zu constatiren, wo im Laufe des Wachsthums eine Formveränderung an der Oberfläche, eine äussere Resorption stattfindet, so z. B. an der Zahnfurche embryonaler Kiefer, an vielen Stellen der die Schädelhöhle begrenzenden Knochen, an den Wänden des Wirbelkanals, den Augen und Nasenhöhlen, an den Flächen und Rändern vorspringender Knochenfortsätze, an vielen die Knochen durchbohrenden Löchern, die im Verlaufe des Wachsthums eine Erweiterung mit oder ohne Verschiebung erleiden, in der Nähe der Gelenkenden der kurzen Knochen und den Enden der Diaphysen der langen Knochen u. s. w. An diesen von Kölliker als typische Resorptionsflächen bezeichneten Stellen, beobachtet man constante Grübchen (Howship'sche Lacunen), welche an Form, Menge und Vertheilung sehr variiren. In der Mitte der Resorptionsflächen liegen die grössten Grübchen, nach den Randern hin gehen dieselben in ein besonderes System kleinerer Grübchen über (Uebergangsgrübchen). Die Auflösung der Knochensubstanz durch Osteoklasten ist nicht in der Weise zu denken, dass erst die Kalksalze und dann die Weichtheile gelöst werden, oder dass die Knochensubstanz zerbröckelt, es schwinden vielmehr organische und anorganische Substanz zu gleicher Zeit. Man nimmt an, dass die Resorption durch continuirlichen Druck herbeigeführt wird.

2. Das rothe Knochenmark fungirt weiterhin auch als Blut bildendes Organ, wie das durch Neumann, Bizzozero, Foa, Salvioli, Rindfleisch festgestellt wurde. Diese Function besitzt das rothe Mark auch während des extrauterinen Lebens. Man findet demgemäss im Knochenmark Zellen, welche die Vorstufen rother Blutkörperchen darstellen, z. B. Zellen mit hämoglobinhaltigem Protoplasma, die einen in irgend einer Stufe der Theilung begriffenen Kern enthalten.

Die befriedigendsten Untersuchungsresultate hat Bizzozero am Knochenmark der Vogel gewonnen, wo die als Vorstufen rother Blutkörperchen anzusehenden Elemente

sehr zahlreich sind und grössere Dimensionen annehmen, als bei den Säugethieren. Die jungen rothen Blutkörperchen werden bei Vögeln repräsentirt durch Rundzellen mit homogenem und farbigem Protoplasma. Der Kern ist ebenfalls rund und lässt ein gutes Reticulum erkennen. Die in Theilung begriffenen Körperchen dagegen stellen folgende Formen dar: 1. Runde oder ovale Zellen mit homogenem, leicht gefärbtem, gelbrothem Protoplasma und einem in Gestalt eines quergestellten Plättchens (Aequatorialplatte) sich präsentirendem Kerne, welcher granulirt ist oder deutlich fibrillär erscheint und sich stark mit Methylviolett imbibirt. 2. Ovale Zellen mit zwei an den Polen desselben gelegenen, halbmondförmigen, quergerichteten Kernen, welche denen der ersterwähnten Zellen ähnlich und öfters untereinander durch spärliche, feine Streifen körniger Substanz verbunden sind. 3. Zellen von ähnlicher Beschaffenheit, wie die vorhergehenden, aber mit gänzlich getrennten Kernen und einem in der Aequatorialzone mehr oder weniger tief eingeschnürten Protoplasma. 4. Zellen von sonst ähnlicher Beschaffenheit, wie die vorigen, aber mit runden, scharf und deutlich contourirten Kernen, in deren Innern schon ein, in helle Grundsubstanz eingebettetes Reticulum zu unterscheiden ist. Die erstgenannten Zellformen sind im Allgemeinen sehr spärlich vertreten; die übrigen finden sich stets in grosser Anzahl unter den gewöhnlichen Elementen des Markes vor. Auch im Knochenmark der Säugethiere gelang es Bizzozero den Nachweis zu liefern, dass die rothen Blutkörperchen sich durch indirecte Theilung vermehren. In ihrem Knochenmark kommen mit hämoglobinhaltigem Protoplasma versehene Zellen vor, welche statt des gewöhnlichen Kerns eine Aequatorialplatte oder zwei, in einem der verschiedenen Theilungsstadien befindlichen Kerne besitzen. Diese Gebilde sind aber bei den Säugethieren seltener zu sehen, als bei den Vögeln; es ist dies wahrscheinlich durch die Schnelligkeit bedingt, mit welcher die ersten Stufen des Vorganges bei den erstgenannten Thieren verlaufen.

Das Gefäss- und Nervensystem der Knochen und des Knochenmarks.

Die Gefässe des Knochenmarks entwickeln sich gleichzeitig mit der Entstehung des Marks überhaupt. Die ersten im Knochen auftretenden Blutgefässe gehören den feinsten Capillaren an (1,2– 3,6 *mm* im Durchmesser) und bilden gewöhnlich convexe Schlingen, welche sich durch Queräste vereinigen oder secundäre Bogen bilden. Ranvier findet diese terminalen Capillarschlingen häufig ausserordentlich erweitert. Die Capillaren entstammen den kleinen Gefässen des Periost. Sie treten in den Knochen ein und zwar durch die zahlreichen, feinen Poren an der Oberfläche desselben. Bei zunehmendem Wachsthum des Knochens entwickeln sich die Vasa nutritia, welche nicht ausschliesslich für das Knochenmark bestimmt sind, sondern auch in der eigentlichen Knochensubstanz sich verbreiten, so dass es nothwendig erscheint, die Blutgefässvertheilung im Knochen überhaupt zu berücksichtigen.

Das Gefässsystem der Knochen der Säugethiere zeigt im Allgemeinen dieselbe Anordnung wie bei menschlichen Knochen. Die in dieser Richtung vorgenommenen Untersuchungen befinden sich in Uebereinstimmung mit den von Langer an menschlichen Knochen gewonnenen Resultaten.

Die Diaphysen langröhriger Knochen erhalten die grösseren Arterienzweige immer von den Ansatzlinien von Muskeln, insbesondere der Aponneurosen und Fascien aus. Die Gefässe bilden zunächst ein lockeres Netz, das mit den Zweigen der Ateriae nutritiae anastomosirt. Kleinere, zum grossen Theile auch aus der tiefern Lage des Periost kommende Gefässe dringen im ganzen Umkreise in das Knochen-

gewebe ein, grössere meist an der Peripherie der Epiphysenfuge. Die mit diesen grössern Oeffnungen beginnenden Kanälchen bezeichnet L. als Canaliculi nutritii accessorii.

Die Gefässe der Knochensubstanz verlaufen in den Havers'schen Kanälen; letztere enthalten in der Regel zwei Gefässe, ein kleineres, arterielles, und ein grösseres, venöses. In manchen grösseren Kanälen, welche Markzellen enthalten, kommt überdies noch ein feines Gefässnetz vor. Die Gefässe liegen der Knochensubstanz nicht unmittelbar an, sondern sind von ihr durch eine Membran, (Grenzmembran) getrennt. Durch Maceration in concentrirter Salzsäure kann man die Havers'schen Kanälchen als glashelle, bandartige Streifen isoliren und sich von der Existenz der zuerst von Neumann beschriebenen Grenzmembran überzeugen. Die innerhalb der Kanälchen befindlichen Venen sind sehr dünnwandig und mit vereinzelten spindelförmigen Kernen ausgestattet. Die arteriellen Gefässe zeigen dagegen zahlreiche Kerne in ihren Wandungen. Die Arteriae et Venae nutritiae sind hauptsächlich für das Mark bestimmt, erzeugen jedoch durch unmittelbar im Knochenkanale abgehende Zweige ein feines Netz, welches mit den Gefässen der Rinde im Zusammenhange steht. Ebenso vermitteln an der Peripherie des Markes Anastomosen arterieller und venöser Zweige, unter Durchbohrung der compacten Knochensubstanz, die Communication der Markgefässe mit den vom Periost stammenden Gefässen. An der Wand der Markhöhlen bilden die Venen ein ziemlich dichtmaschiges, venöses Capillarnetz. Die in das Mark eingetretenen Gefässe durchziehen der Länge nach die Markhöhle des Knochens und geben in ihrem Verlaufe zahlreiche feine Aestchen unter schiefen Winkeln ab. Die Endausläufer gehen in weite Capillaren über, welche zwischen den zelligen Elementen sich netzartig verbreiten. Die sehr engen Arterien des Markes sind mit einer überaus zarten Membran ausgestattet, welche nur aus einem einfachen Endothelrohr und einer einschichtigen Muscularis besteht. Auch die nicht zahlreichen arteriellen Capillaren besitzen eine deutliche, mit stäbchenförmigen Kernen besetzte Membran. Der grösste Theil der venösen Capillarbahnen soll nach den Untersuchungen von Hoyer und Rindfleisch wandungslos sein. Ebenso sollen die Venen des rothen Markes keine eigenen Wandungen besitzen. Das Lumen derselben wird direct von dem Markparenchym begrenzt. Den Venae nutritiae fehlt, soweit sie in den Kanälen liegen, die Muscularis (Rauber).

Im gelben Knochenmark sind alle Gefässe, also auch Venen und venöse Capillaren, gegen das Parenchym durch eine sehr zarte, selbstständige Membran abgegrenzt. Langer und andere dagegen konnten sich von der Existenz wandungsloser Räume im rothen Knochenmark nicht überzeugen; es gehen vielmehr die feinen arteriellen Capillaren unter trichterförmiger Erweiterung in die venösen über. Gegen den Gelenkknorpel grenzt sich das Gefässsystem der Knochen mit capillären Schlingen ab, die innerhalb fibrillärer, fettfreier, papillärer Vorsprünge

gelegen sind, welche selbst wieder innerhalb einer bei makroskopischer Beobachtung scheinbar compacten Grenzlamelle Platz finden. In ganz ähnlicher Weise isolirt sich das innere Gefässsystem des Knochens auch gegen die Ansatzstellen der Bänder. Die Gefässe der Sehnen grenzen sich gegen den Knochen im Allgemeinen mit Endplexus ab, doch existiren einzelne Verbindungen mit dem Gefässsystem des Knochens. Constant findet — allerdings nur beim Menschen — eine Communication von Arterien und Venen mit den eigentlichen Knochengefässen des Caput femoris durch Vermittlung des Ligamentum teres und des Ligamentum cruciatum anticum mit den Gefässen der Tibia statt.

Die **Lymphgefässbahnen** lassen sich durch Einstichinjection in das Periost füllen. Schon auf der Oberfläche der Diaphysen lässt sich durch Behandlung mit Argentum nitricum ein Endothel nachweisen (Schwalbe); weniger sicher wurde ein solches für die Innenfläche des Periost constatirt. Diese Endothelüberzüge sind nach Schwalbe die letzten Reste der osteogenen Schicht des Periost; die Osteoblasten sind nach dem Aufhören der ossificatorischen Thätigkeit zu Endothelzellen geworden. Beim Kalb sind von Budge — ebenso bei Katze und Kaninchen von Schwalbe — innerhalb der compakten Substanz mittelst dieser Methode Lymphgefässe nachgewiesen worden, welche mit den periostalen in Communication stehen. Die Lymphbahnen begleiten die Blutgefässe in den Havers'schen Kanälen (perivasculäre Lymphräume). Für das Vorhandensein dieser perivasculären Räume spricht das nach Silberinjection nachweisbare äussere Endothel, welches die Blutgefässe scheidenartig umgiebt. In den grösseren Havers'schen Kanälen wurden Lymphgefässe mit besonderen Wandungen gefunden. Mit diesen Lymphbahnen stehen auch die Höhlungen der Knochenkörperchen in Verbindung. Im Knochenmark lässt sich schon auf der Oberfläche ein Endothel constatiren, desgleichen an der inneren Seite der Diaphysen. Es existiren demnach mehr oder weniger ausgedehnte, flache, capilläre Spalträume zwischen Mark und Compacta, welche von Schwalbe als perimyeläre Räume bezeichnet werden. Im Knochenmark selbst begleiten die Lymphgefässe als Endothelscheiden kleinere Venenstämme und Capillaren und stehen in offener Verbindung mit dem Zwischengewebe der grossen Markfettzellen.

Die **Nerven** der Knochen dringen vom Periost aus mit den Vasa nutritia in das innere des Knochens ein und begleiten dieselben, ohne jedoch fester mit ihnen verbunden zu sein. Sie vertheilen sich in den Havers'schen Kanälen und dem Knochenmark (Gros, Variot und Remy, Testut) unter dichotomischer Verästelung und Bildung von wenig zahlreichen Anastomosen.

Die im Markkanal sowohl, als in der Spongiosa aufzufindenden Nerven bestehen aus markhaltigen und Remack'schen Fasern. Letztere sind anscheinend für die Gefässe bestimmt. Besondere Nervenendigungen konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

Periost.

Das Periost, welches den Knochen allseitig bis zu der überknorpelten Portion hin überzieht, unterscheidet sich bezüglich der constituirenden Formelemente von andern membranösen Bindegewebsformationen bei ausgewachsenen Thieren im Allgemeinen nicht; nur während der Knochenbildungsperiode sind in den unmittelbar den Knochen anliegenden Schichten specifische Formelemente vorhanden, deren Function dem Periost seine besondere Bedeutung verleiht. Stellenweise kommen diese Zellen, die »Osteoblasten«, allerdings an den Knochen erwach-



Fig. 225. Periost eines Metatarsus vom Schafsembryo. Tangentialschnitt. *a*) Tiefe Schicht. *b*) Oberflächliche Schicht. *c*) Blutgefäss. Härtung in Chrom-Essig-Osmiumsäure. Färbung mit Dahlia. Hartnack Obj. 7, Oc. 3.

sener Thiere vor. Wie alle übrigen fibrösen Häute wird die Hauptmasse des Periost aus Bindegewebsbündeln gebildet, die sich in verschiedener Richtung durchkreuzen. Die Dicke des Periost ist nicht überall dieselbe. Den grössten Querdurchmesser besitzt dasselbe an jenen Stellen, wo Insertionen von Bändern und Sehnen u. s. w. vorkommen. Die Bindegewebszüge der Ligamente etc. verschmelzen mit dem Periost und werden mittelbar durch letzteres innig mit dem Knochen verbunden. Von der innersten Lage des Periost ziehen sich feste, fibröse Faserzüge in jene kleine Vertiefungen der Knochenoberflächen hinein, welche dem macerirten Knochen an den betreffenden Stellen die rauhe Beschaffen-

heit verleihen. Abgesehen von dieser Befestigung wird der Zusammenhang des Periost mit dem Knochen ausserdem vermittelt durch Blutgefässe und die Sharpey'schen Fasern, welche in senkrechter Richtung den Knochen resp. die Grundlamellen durchbohren. Nach aussen hin ist das Periost allseitig mit den bindegewebigen Theilen der Nachbarschaft verbunden und zum Theil innig mit denselben verschmolzen, so z. B. mit den Schleimhäuten der Kopfhöhlen und des Gaumens. — Es lassen sich demgemäss an der Beinhaut zwei Schichten unterscheiden, die sich jedoch nicht vollkommen von einander isoliren lassen. Die äussere Schicht besteht vorzugsweise aus vielfach sich kreuzenden Bindegewebsbündeln; die innere enthält reichliche elastische Fasernetze und in den bereits oben erwähnten Fällen unmittelbar am Knochen eine

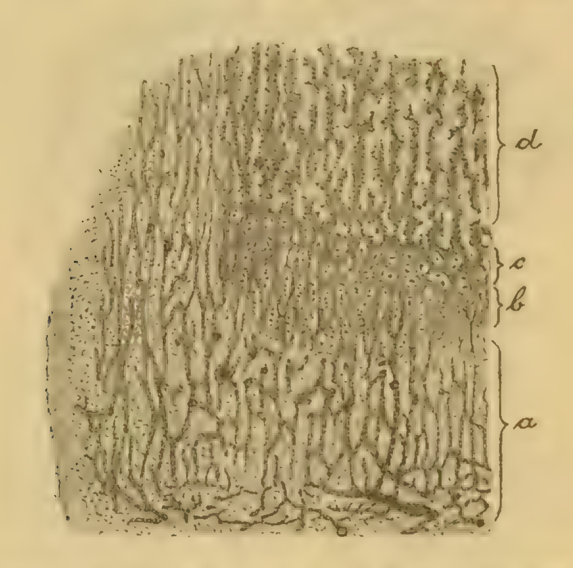


Fig. 226. Blutgefässvertheilung im Periost an der Epiphysengrenze eines Rohrenknochen (Metatarsus) vom Schafsembryo. Tangentialschnitt. *a*) Periost. *b*) Wucherungszone. *c*) hypertrophische Zone. *d*) Verkalkungszone mit primordialen Markräumen. Natürliche Injection. Härtung in Chrom-Essig-Osmiumsäure. Entkalkung in Chromsäure. Färbung mit Gentianaviolett. Hartnack Obj. 4, Oc. 1.

Lage rundlicher oder abgeplatteter Zellen, die Osteoblasten, durch welche das Dickenwachsthum des Knochens vermittelt wird.

Nach der am meisten verbreiteten Ansicht sind die Osteoblasten wahrscheinlich Abkömmlinge farbloser Blutzellen. Thatsächlich kommen fein granulirte Zellen in der nächsten Umgebung der Capillaren innerhalb des ossificirenden Gewebes in viel grösserer Menge vor, als in einiger Entfernung von ihnen. Lebhafte Wucherung und Vergrösserung der Zellen führt nach J. Wolff einmal zur Bildung der oben erwähnten vielkernigen Riesenzellen, andererseits zur Bildung der Osteoblasten, welche sich durch Wachsthumsdruck gegen einander abplatten. (cf. Fig. 225.) Die Menge der ursprünglichen faserigen Intercellularsubstanz nimmt dabei ab, doch lässt sich durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure in der Osteoblastenschicht noch ein feinmaschiges Netzwerk sich kreuzender Fasern nachweisen. Nach Ranvier entsenden die Osteoblasten kleine Fortsätze in die sogenannten Knochenkanälchen, während vielfach angenommen

wird, dass die sogenannten Knochenkanälchen von einem, dem Zellkörper der Osteoblasten analogen und mit diesem zusammenhängenden Protoplasma ausgefüllt werden.

Die Blutgefässe des Periost (cf. Fig. 226) sind in zwei Lagen angeordnet den beiden Schichten der Knochenhaut entsprechend. Die in der tieferen Schicht sind spärlicher und liegen zumeist unmittelbar dem Knochen an, in dessen Oberfläche sie häufig Furchen eingraben. In der äussern Schicht ist das Blutgefässnetz ein dichteres und steht allenthalben mit den Gefässen der benachbarten Gewebstheile im Communication. Die Capillargefässe verlaufen meist in Begleitung der Nerven. Eng an die Blutgefässe sich anschliessend verbreitet sich im Periost ein weit verzweigtes Netz von **Lymphgefässen.** Am besten lassen sich dieselben, wie Budge gezeigt hat, durch Injection von den Lymphgefässen jener Sehnen sichtbar machen, welche sich in das Periost einsenken. Dasselbe gelingt auch, wenngleich auf weniger grosse Strecken, durch Einstichinjectionen in das Periost direct oder durch Silberimprägnation. Die von Mr. und Mrs. Hoggan ausgeführten Untersuchungen haben Resultate ergeben, welche von denen Budge's in einigen Punkten abweichen. Erstere betonen, dass Lymphgefässe nur auf der äussern Fläche des Periost existiren und bei keinem Thiere, weder bei jungen noch bei alten, bis auf die Beinfläche des Periost reichen.

Die Nerven des Periost durchsetzen zum Theil die beiden Lagen desselben, um mit den Vasa nutritia in den Knochen einzudringen, theils finden sie ihre ausschliessliche Verbreitung im Periost selbst. Wie Toldt angiebt, hat man an mehreren Oertlichkeiten im Periost Pacini'sche Körperchen gefunden, so namentlich in der Gegend des Hiatus canalis Fallopiae, an den Querfortsätzen des 1. und 2 Halswirbels, am hintern (oberen) Ende der ersten Rippe und den verschiedensten Stellen der Extremitätenknochen.

Epiphysenknorpel.

Der Epiphysenknorpel, dessen Bedeutung für das Wachsthum bereits früher (S. 177, I.) angedeutet worden ist, muss im Allgemeinen dem hyalinen Knorpel zugerechnet werden. Bei einigen Knochen kommen jedoch Ausnahmen vor. v. Brünn constatirte in der Knorpelfuge zwischen Epiphyse und Diaphyse des Metacarpus vom Kalb elastische Fasern, welche von ihm als Stützfasern bezeichnet werden, da er ihnen die Aufgabe zuschreibt, diesen Wucherungszonen des Knorpels gewissen Halt zu verleihen. Es liegen die elastischen Fasern im Allgemeinen parallel der Längsaxe des Knochens und erscheinen demnach auf dem Querschnitte punktförmig. Sie sind eingebettet in eine sehr weiche, in Wasser und dünnen Salzlosungen leicht quellbare Substanz, welche sich in Carmin rosa färbt. Die Knorpelgrundsubstanz färbt sich in Hämatoxylin blau, während die Stützfasern sich in keinem der beiden Reagentien färben. Lieberkühn und Puelma fanden an Stelle des Epiphysenknorpels zwischen dem Ossificationspunkt der Tuberositas tibiae und der Diaphyse (ebenfalls beim Kalb) ein Gewebe, welches nach der Entkalkung ein ähnliches Ansehen darbietet, wie eine ossificirende Vogelsehne. Das Ganze ist in Bündel getheilt und zwischen den Bündeln befinden sich Scheiden mit Zellen in Längsreihen. Die Zellen zeigen vielfach viereckige Formen; Gefässe sind spärlich vorhanden. Innerhalb der Verkalkungszone finden sich glänzende Stäubchen, welche als in Bildung begriffene, mit

den Bündeln correspondirende Knochensubstanz aufgefasst werden. Abgesehen von diesen Ausnahmen zeigt der Epiphysenknorpel constant an der Diaphysengrenze eine Zone wuchernder und eine Zone sich vergrossernder Knorpelzellen, letztere unmittelbar am Ossificationsrande (Klebs). Diese Vergrösserung der Knorpelzellen führt zu einer Auflockerung des Gewebes. Die Längsbalken des Knorpels bleiben dabei lange intact und gewähren durch ihre Verkalkung dem hineindringenden Markgewebe einen festen Boden für die Knochenablagerung. Der Querbalken bleibt dagegen meist unverkalkt und wird nach dem Markgewebe zu immer dünner (Stieda Levschin). Der letzte der Grenzbalken ist am dünnsten und in verschiedener Weise durchbrochen. Durch die Oeffnungen dringen Blutgefasse mit der Granulationsmasse gegen die Knorpelzellen vor. Es kann dann in ein und derselben eröffneten Knorpelhohle der Rest der Knorpelzelle neben einer Blutgefässschlinge liegen. Der Inhalt der an das Markgewebe anstossenden Knorpelzelle erscheint meist feinkörnig getrübt.

Gelenkräume.

Der Ueberzug der gelenkig verbundenen Knochenenden besteht ausschliesslich aus hyalinem Knorpel, welcher stellenweise von der Synovialis noch mit einer besonderen Zellschicht versehen wird (cf. Kapselbänder). Die oberflächliche Schicht des Knorpels besteht aus ziemlich dicht gelegenen Zellen mit zackiger oder unregelmässiger Contour, welche bei ausgewachsenen Thieren hauptsächlich an der Peripherie, in frühern Entwicklungsstadien auf der ganzen Fläche des Gelenkknorpels zu finden sind. Je mehr man nach dem Centrum fortschreitet, desto regelmässiger werden die Zellen, bis sie endlich innerhalb einer centralen Zone vollkommen denen der unterliegenden Knorpelschichten ähnlich werden und nur im Vergleich zu diesen einander näher gelegen sind.

Die Anlage eines Gelenkraumes sollte nach einer frühern Anschauung dadurch zu Stande kommen, dass die solide Zwischenlage indifferenter embryonaler Zellen, welche in den früheren Entwickelungsstadien die verschiedenen Skelettknorpel von einander trennt, später in Folge eines Schmelzungsprocesses der Zellen sowohl als der Intercellularsubstanz zu einer schleimigen Masse verflüssigt wird und die dadurch entstandenen Gelenkhohlen ausfullt. Bentzen vertritt die Meinung, dass ein unmittelbarer Degenerationsprocess dieser Zellen nicht stattfindet, sondern dass dieselben durch eine allmälige, progressiv zu nennende Entwickelung zu membranartigen platten Zellen (Endothelzellen) umgewandelt werden, welche dann schichtweise zwischen den Knorpelenden liegen. Zwischen diesen Zellschichten treten nun allmählich kleine Spalträume auf, in welchen sich Serum ansammelt. Nach und nach confluiren die kleinen, spaltförmigen Räume zu einem grosseren Cavum, indem die Scheidewände, welche ebenfalls aus den endothelartigen Zellen bestehen, allmälig verschwinden. Als Begrenzung der Gelenkhohlen findet man in diesem Stadium schliesslich eine zusammenhängende Schicht von Endothelzellen. Sobald die Gelenkhohle ihre für jedes Gelenk bestimmte Weite erhalten hat, mitunter auch schon früher, ist diese Endothelbekleidung der Gelenkflächen zum grossen Theile verschwunden. Hagen-Torn, welcher die Bildung der Gelenke bei Kaninchen-, Schaf- und Rindsembryonen verfolgte, neigt sich der Ansicht zu, dass nach Bildung der Gelenkspalten an den nächsten Contactstellen der Gelenke ein Theil der Bildungszellen sich zu Spindelzellen umbildet. Auch bei Pferdeföten lässt sich unter dem Endothelbelag des Gelenkendes eine Schicht spindelförmiger Zellen constatiren, auf welche in diaphysarer Richtung Knorpelzellen

folgen. Ein anderer Theil der Bildungszellen schwinde conform der älteren Anschauung auf dem Wege der schleimigen Degeneration und trägt zur Bildung der Synovia bei. — Die Gelenke werden durch besondere sackartige Membranen allseitig geschlossen.

Gelenkbänder.

Die den Gelenkraum abschliessenden Ligamente, die Kapselbänder (Ligamenta capsularia), inseriren sich am Knochen unmittelbar an jener Stelle, an welcher der Gelenkknorpel sein Ende erreicht. Sie bestehen aus zwei Schichten, welche sich an den grösseren Gelenken erwachsener Thiere unschwer isoliren lassen. Die äussere fibröse Schicht wird in der Mitte der Kapsel aus ringförmig um das Gelenk verlaufenden Bindegewebsbalken gebildet, zwischen denen auf Querschnitten schmale, helle Abtheilungen erkennbar sind. Letztere bestehen aus einem Netzwerk fibrillärer Bindegewebsfasern und zahlreichen elastischen Fasern. In der Gegend der Insertion an den Gelenkenden tritt die Längsrichtung der Bindegewebsbalken mehr in den Vordergrund. Nach aussen ist der Fibrosa meist eine gewöhnlich mit Fett durchsetzte und mit elastischen Fasernetzen ausgestattete lockere Zellschicht aufgelagert, in der häufig grössere und kleinere Blutgefässe auf dem Querschnitt anzutreffen sind. Nach innen, der Intima der Gelenkkapsel zugekehrt, findet sich in der grössten Circumferenz der Kapsel eine Schicht lockeren, formlosen Bindegewebes, welche in der Nähe der Insertionsstellen durch dichte, aus festen Fasergeweben bestehende Züge unterbrochen wird, die von der Fibrosa unmittelbar in die Intima übergehen.

Das Schaf macht nach den Untersuchungen Schneidemühl's insofern eine Ausnahme, als die stark entwickelten circulär verlaufenden Faserzüge fast vollständig fehlen und nur in der äussersten Schicht in ganz dünnen Zügen nachzuweisen sind. Bei der genannten Thiergattung sehen wir schmale, feste Schichten mit lockeren in ziemlich weiten Abschnitten in der Längsrichtung des Gelenks abwechseln.

Die zweite, innere Schicht besteht aus einem dichtgefügten Stratum schmaler Bindegewebsbündel, das von einem Netzwerk feiner, oft in welligen Zügen verlaufender Fasern durchzogen ist. Nach Henle, Tillmanns, Krause, Schneidemühl ist die der Gelenkhöhle zugekehrte Fläche mit einem continuirlichen, von der fibrillären Unterlage isolirbaren, einfachen Zellbelag versehen, der von der Mehrzahl der Beobachter als Endothel, von Henle allein als Pflasterepithel aufgefasst wird An den der Reibung besonders ausgesetzten Stellen der Oberfläche der Synovialis fand Tillmanns nicht selten ein mehrschichtiges Endothel. Schon Reichert konnte bei Föten von Haussäugethieren eine Fortsetzung des Endothels auf den Gelenkknorpel nachweisen; bei älteren Thieren ist nach dem übereinstimmenden Befunde verschiedener Autoren das Endothel an jenen Stellen des Gelenkknorpels und der Zwischenknorpel. welche dem grössten Drucke ausgesetzt sind, nicht mehr vorhanden.

So fehlt das Endothel beispielsweise auf den dünnen Knorpelpartien des halbmondförmigen Knorpels im Kniegelenk. Wahrscheinlich sind an diesen Partien die Endothelzellen in Knorpelzellen umgewandelt.

An den Zwischengelenkbändern, sowie an den mit den Gelenken in Berührung kommenden Sehnen ist, sofern nur frisches Material zur Untersuchung benutzt wird, ein continuirlicher Endothelbelag nachweisbar.

Zotten finden sich im Gelenke an allen Stellen, wo Endothel vorhanden ist. Tillmanns unterscheidet ächte oder Endothelzotten und endothellose, falsche oder Knorpelzotten. Erstere bestehen aus einem bindegewebigen Grundstock, in welchem sich elastische Fasern constatiren lassen und dem endothelialen Ueberzug. Durch Wucherung dieses Endothels wird häufig die Entstehung secundärer oder Tochterzotten eingeleitet. Je nach der Beschaffenheit des Grund-



Fig. 227. Blutgefässvertheilung an dem Kapselbande des Kniegelenkes vom Pferd. (Nach Schneidemühl.)

gewebes unterscheidet Tillmanns Schleimzotten, Fibrillärzotten und Fettzotten.

Besonders die ersteren sollen eine reiche Quelle für den Mucin- und Eiweissgehalt der Synovia sein, theils durch Maceration und Verfettung des Endothels, theils durch fortschreitende Auflosung der schleimigen Grundsubstanz selbst. Von Soubbotine sind jedoch in dem Epithelbelag der Zotten beim Rind, Schaf und Hund besondere, das Mucin liefernde Zellen, (Becherzellen), constatirt worden. In ihrem Bau stimmen sie mit denen in der Darmschleimhaut gefundenen überein. Die falschen Zotten sind Derivate des Knorpels und entstehen durch Auffaserung der hyalinen Knorpelgrundsubstanz. Sie sind meist gefäss- und endothellos. Die Synovialis entsteht aus dem gefässreichen Theile des intercapsulären Bindegewebes, welches bei der Gelenkhöhlenbildung verschont geblieben ist und sich retrahirt hat. Die Entstehung der Zotten führt Hagen-Torn auf den häufig wiederkehrenden Einfluss negativen Druckes zurück, welcher durch die Bewegung in den Gelenken stellenweise entsteht.

Bezüglich der **Gefässvertheilung** ist zu bemerken, dass die grösseren Gefässe der Fibrosa meist parallel mit den grossen Bindegewebsbalken verlaufen. Unter dem Endothelhäutchen, in dem lockern Gewebe, welches die Intima mit der Fibrosa verbindet, findet sich ein zierliches Capillarnetz, dessen Anordnung an ein Wundernetz erinnert. Grössere Arterien und Venen lösen sich unmittelbar nach ihrem Ursprunge aus den Hauptgefässen in grosse, viele Schlingen bildende Geflechte auf, die sich dann ihrerseits wieder in feinere Netze verzweigen. Es ist demnach die ganze Intima nach aussen hin von einem überaus dichten Gefässnetz überzogen, soweit ihre Uebergänge auf den Gelenkknorpel dies nicht hindern. Lymphgefässe scheinen in der Synovialhaut nur spärlich vorhanden zu sein. Ludwig und Schweigger — Seidel konnten weder durch Einstichinjectionen noch durch Injectionen in die Gelenkhöhle eine Füllung derselben erzielen.

Der Verlauf der **Nerven** schliesst sich in der Hauptsache denen der Blutgefässe an. Man kann dieselben weite Strecken zwischen Arterien und Venen verfolgen und gabelförmige Verzweigungen nachweisen. Die letzten Zweige verlieren unter kugelförmiger Zuspitzung ihre Markscheide und gehen in feine, theils im Endothel der Intima, theils dicht unter demselben gelegene, netzförmige Ausbreitungen über, deren Knotenpunkte meist verdickt sind. Von Rauber und Krause sind in den Synovialmembranen der Phalangeal- und Wurzelgelenke beim Menschen und bei Thieren Endapparate sensibler Nervenfasern gefunden worden, welche von Rauber als modificirte Vater'sche Körperchen, von Krause als specifische Gelenkkörperchen aufgefasst werden. Ihre Form ist rundlich oval. Die Länge schwankt zwischen 0,15—0,23 *mm*, die Breite zwischen 0,09—0,15 *mm*. In dieselben treten eine bis vier markhaltige Nervenfaser hinein, um dort in eine Anzahl markloser, verästelter Terminalfasern innerhalb einer fein granulirten Substanz überzugehen. Das ganze Körperchen wird von einer längsstreifigen Bindegewebshülle mit ovalen Kernen resp. endothelähnlichen, glatten Zellen umgeben. Sie sind überall leicht darzustellen durch Einlegen frischer Präparate in verdünnte Essigsäuren. Mit den an der Aussenfläche der fibrösen Gelenkkapseln vorkommenden gewöhnlichen Vater'schen Körperchen haben sie keine Aehnlichkeit.

Eine gewisse Aehnlichkeit mit der histologischen Einrichtung der die Gelenkhöhlen bildenden Membranen zeigen die Schleimbeutel und Synovialscheiden, deren Beschreibung weiter unten folgt.

II. Der active Bewegungsapparat.

Muskeln.

Als Ursprungsstätten für jene Kräfte, welche eine gegenseitige Verschiebung der Knochen aneinander und auf diese Weise die Loco-

motion bewirken, sind die quergestreiften Muskeln mit willkürlicher Contraction zu betrachten.

Die Structur des Muskelgewebes ist bereits im ersten Theile (Seite 183) besprochen worden.

Im Anschluss daran mag die obige Abbildung, welche mit Hülfe des Zeichnenprisma entworfen wurde, das Vorhandensein der Zwischenscheibe (anisotrop) und der Mittelscheibe (isotrop) bezüglich der Musculatur der grösseren warmblutigen Thiere des Weiteren bestätigen. Bei schwächeren Vergrösserungen verschmelzen die dunklen Querbänder und die helle Mittelscheibe zu *einem* breiteren dunklen Querstreifen. Es sei ferner dem bisher Mitgetheilten hinzugefügt, dass durch die Untersuchungen G. R. Wagener's über die Entstehung der Querstreifen auf den Muskelfasern Resultate erzielt wurden, die vielleicht den Ausgangspunkt zu einer wesentlichen Vereinfachung der verschiedenen Theorien über den Bau der Muskelfaser bilden werden. Es wurden von ihm zur Untersuchung die glatten Muskelfasern, welche unter den Thoraxmuskelsäulen der Insecten vereinzelnt vorkommen, benutzt. Frisch untersucht lässt sich zunächst weder bei schiefer, noch bei grader Beleuchtung eine Spur von Querstreifen auf ihnen entdecken. Plötzlich erscheinen aber auf der ganzen Länge der Faser zu gleicher Zeit eine Menge sehr feiner, dicht gestellter Querlinien, welche mehr und mehr an Deutlichkeit zunehmen. Kaum ist dieser Process vollendet, so treten neue Streifen auf, ebenso gleichmässig und regelmässig über die Faser vertheilt. Die neuen Querstreifen sind dicker als die zuerst entstandenen. Sie haben die feinen Querstreifen in Gruppen abgetheilt, die auf der ganzen Länge der Faser aus einer gleichen Zahl feiner Querstreifen bestehen. Nachträglich bilden sich nochmals dickere Querstreifen, wodurch die ursprünglichen grösseren Gruppen halbirt werden. Gewöhnlich hört mit der geschilderten Bildung die Formveränderung auf. Nach Wagener entstehen die Querstreifen durch Zusammenfluss kleiner Anisotropen und damit wäre auch die Annahme besonderer, präformirter Muskelelemente hinfällig geworden.

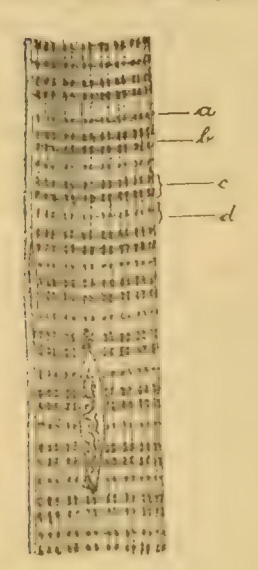


Fig. 228.
Primitivbündel aus dem biceps brachii des Pferdes.
a) Zwischenscheibe.
b) Mittelscheibe.
c) Schichten, welche dem dunklen und
d) welche dem hellen Querstreifen bei schwächeren Vergr. entsprechen.
Extendirt in Chrom-Essig-Osmiumsäure gehärtet; in 1 pCt. Ameisensäureglycerin untersucht. Leitz $^1/_{20}$ homog. Immers. Oc. 0.

Die Muskeln einiger Säugethiere (Kaninchen, Meerschweinchen) erscheinen nicht gleichmässig roth, sondern in einzelnen Gruppen mehr oder weniger blass. Ranvier macht darauf aufmerksam, dass sich auch histologische Unterschiede finden. Die weisse Muskelfaser zeigt sehr deutliche Querstreifen, während eine Längsstreifung kaum zu erkennen ist; die rothen dagegen sehr deutliche Längsstreifen aber unterbrochene Querlinien, so dass sie wie granulirt aussehen. Die rothen sind reicher an Kernen als die weissen. Während letztere auf dem Querschnitte beim Kaninchen nur 1—4 abgeplattete Kerne dicht unter dem Sarkolemma erkennen lassen, beträgt deren Zahl bei den rothen 4—9; auch sind dieselben hier mehr sphärisch. Die rothen Primitivbündel findet E. M. Meyer im Allgemeinen von grösserem Durchmesser und lockerer angeordnet als die der blassen Muskeln. Der Unterschied in der Farbung wird nicht durch den verschiedenen Blutgehalt bedingt, da derselbe auch nach Ausspülen mit künstlichen Säuren erhalten bleibt. Die histologischen Unterschiede lassen sich

am leichtesten an dem rothen M. semitendinosus und dem blassen M. adductor magnus demonstriren. Der M. masseter und flexor digitorum communis zeigt die Beschaffenheit der gewöhnlichen rothen quergestreiften Musculatur. Beiläufig sei noch erwähnt, dass die rothen Muskeln sich durch eine continuirliche, ansteigende Contractionscurve auszeichnen, während die Curve der weissen Muskeln Zickzackbiegung zeigt. Bei den rothen quergestreiften Muskeln sind die einzelnen Muskelfasern in Bezug auf Bau und Function nicht sämmtlich gleichwerthig. Grützner findet an Muskeln von Säugethieren und Fröschen, welche bei 40° C. getrocknet waren, nach Aufhellen der mikroskopischen Schnitte in Essigsäure zwei Schichten. In der Peripherie liegt eine scharf von der tiefern abgegrenzte Schicht von Fasern, wovon die einzelnen Elemente auf dem Querschnitte klein und mattgrau erscheinen. Die innere Schicht, welche

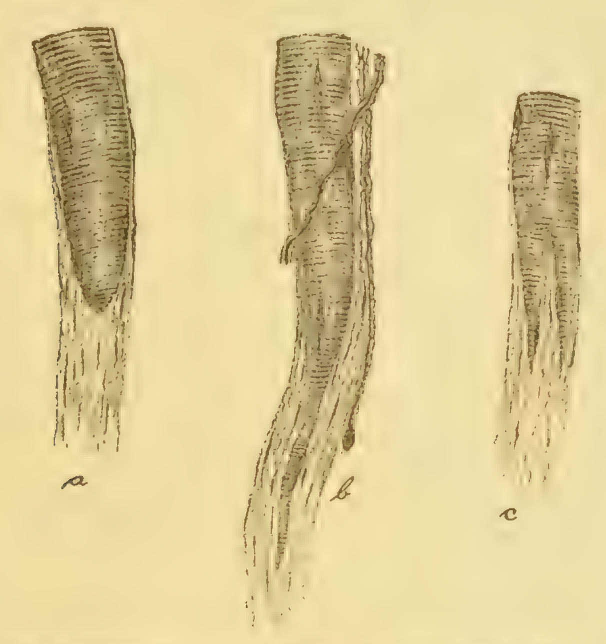


Fig. 229. Muskelendigungen an den Sehnen. Contractionszustand. Aus dem rectus superior oculi vom Pferde. Bei *b* markhaltige Nervenfasern; die eine mit Muskelsehnenkörperchen. Goldfärbung nach Löwit-Fischer. Leitz. Obj. 5. Oc. 0.

die Hauptmasse des Muskels bildet, besteht aus grösseren und hell aussehenden Fasern. Electrische Reizung ermöglicht auch gesonderte Bewegung beider Gruppen. Nach den mikrochemischen Reactionen unterscheidet G. die Schichten als rothe an Glycogen reichere und als weisse glycogenärmere. Erstere ist weniger leicht erregbar, ermüdet aber langsamer als die weisse Schicht, welche dagegen erregbarer gefunden wurde.

Die Endigung der Muskelfaser

an der Sehne ist im Allgemeinen kegelförmig oder zipfelförmig (Fig. 229). Dies ist jedoch nicht durchweg der Fall. Wird der Muskel, wie du Bois-Reymond angiebt, beim Einlegen in die isolirende Flüssigkeit (Kalilösung, Salpetersäure, Chlorsaures Kali) an der Contraction verhindert, so er-

kennt man am Pflamtaris des Kaninchens, z. B. deutlich, dass die Sehnenenden der isolirten Muskelfasern vielfach durch polygonale Facetten schräg abgeschnitten sind. Die Querstreifung setzt sich unverändert senkrecht zur Längsaxe bis auf die äussere Spitze dieser abgeschrägten Enden fort. Das Sarkolemma geht continuirlich über die Muskelsubstanz hinweg und ist mit dem Sehnengewebe durch eine Kittsubstanz verbunden, welche durch 30—40 pCt. Kalilauge aufgelöst wird. Niemals geht die contractile Substanz eine Verbindung mit dem Sarkolemma oder der Sehnensubstanz ein. In Uebereinstimmung mit dieser Anschauung ergab die Untersuchung der Entwicklung der Muskeln an Forellen, Ratten und Schweinsembryonen durch W. Wolff, dass einerseits die contractile Substanz, andrerseits Sarkolemma, Sehnen und intermusculäres Bindegewebe stets aus besonderen Zellmassen hervorgehen. Golgi will allerdings einen continuirlichen Zusammenhang der Muskelfaser mit der Sehne in Form eines allmäligen Uebergangs von der Muskelsubstanz zum Sehnengewebe gefunden haben. Diese Wahrnehmungen haben jedoch von anderer Seite keine Bestätigung gefunden.

In Bezug auf die **Blutgefässvertheilung** bieten rothe und blasse Muskeln ebenfalls gewisse Unterschiede. In den blassen Muskeln des Kaninchens bilden die Capillaren rechtwinklige, parallel der Faserung langgezogene Maschen, wie das bei den rothen Muskeln der Haussäugethiere überhaupt der Fall ist. In den rothen Muskeln der Kaninchen dagegen sind die Maschen des Capillarnetzes nahezu so breit als lang; ihre longitudinalen Aeste verlaufen geschlängelt, die transversalen sind zu 17—25 *mm* weiten, spindelförmigen Anschwellungen erweitert, welche von E. Meyer als citronenförmige Ausbuchtungen bezeichnet werden.

Die **Lymphgefässe** der quergestreiften, willkürlichen Musculatur (von dem Ehepaar Hoggan bei kleineren Säugern — Maus, Ratte, Igel — speciell untersucht) bilden auf den Oberflächen der Muskeln zum Theil klappenführende Lymphgefässnetze, zum Theil grössere, klappenlose Lymphreservoire, die mitunter auch beide zu rostförmigen Figuren combinirt vorkommen. Es lassen sich aber auch Lymphgefässe bis in die eigentliche Musculatur hinein erfolgen. Innerhalb derselben sind die ersten nur spärlich vertreten.

Besonderes Interesse bietet die Anordnung der Lymphgefässe des Zwerchfells, welches zwar nicht dem locomotorischen Apparat zuzuzählen ist, wohl aber an dieser Stelle Berücksichtigung verdient, da es ebenfalls durch die vom Willen gesetzten Reize zur Contraction veranlasst werden kann. Am musculösen Theil der Pleuraseite findet sich ein enger Plexus gewöhnlicher Lymphgefässe, während an der Peritonealseite grosse Lymphreservoire vorhanden sind. Letzere hängen durch die Dicke des Muskel-hindurch mit dem Plexus der Pleuraseite zusammen (Hoggan). Die Lymphgefässe des Centrum tendineum sind nach Klein u. Burdon — Sanderson in zwei Systemen angeordnet, die sich ebenfalls auf die vordere und hintere Fläche vertheilen; die Lymphgefässe des ersten Systems haben ihre Abflusswege auf der hintern Fläche des Processus xiphoideus in einem grossen, zu den Sternallymphdrüsen ziehenden Gefässe. Der jederseits einfache, kurze, abführende Stamm des hintern Systems mündet in den Ductus thoracicus. Die grösseren Lymphgefässe eines jeden Systems liegen zwischen

der Serosa der Pleuralseite und der Pars tendinea; hier finden sich auch zahlreiche, gewunden verlaufende, mit sinusartigen Ausbuchtungen versehene Lymphcapillaren, die zum Theil in die Pars tendinea eingesenkt sind. Die Capillaren der Pars tendinea selbst dagegen sind gestreckt zwischen den Sehnenbündeln, sowohl den circulären, als radiären, eingebettet (Spaltengefässe). Sie sind die ausschliesslichen Communicationswege zwischen vorderen und hinteren Lymphgefässsystemen, während die beiden vordern, sowie die beiden hintern unter sich durch je zwei grössere, Klappen führende Gefässe communiciren. Die Spaltengefässe stehen mit der freien abdominalen Oberfläche durch senkrechte Lymphcanäle in Verbindung.

Die **Nerveneintrittsstellen** befinden sich, wie Schwalbe für den erwachsenen Menschen ermittelt hat, stets im Schwerpunkt des Muskels. Mit der Form des Muskels wird daher auch der Ort des Eintritts verändert. Bei parallelfaserigen, gleich breiten und dicken Muskeln tritt der Nerv in der Mitte ein; bei sehr langen senken sich mehrere Nervenzweige isolirt in den Muskel ein, indem sie eine sog. Nervenlinie parallel der Muskelfaserung bilden. Ist die Breite eines Muskels überwiegend, dann entsteht eine querverlaufende Nervenlinie. Bei dreiseitigen Muskeln ist die Eintrittsstelle nach dem starksehnigen Convergenzpunkt der Muskelfasern verschoben. Bei den erwachsenen Hausthieren liegen die Verhältnisse im Allgemeinen ebenso, nur in den embryonalen Entwicklungsstadien ist eine Uebereinstimmung mit diesem »Gesetz« nicht zu erkennen. Die Verbreitungsweise der Nerven im Muskel ist für sensible und motorische Fasern verschieden. Während letztere sich hauptsächlich dichotomisch verzweigen und fast nie allein, sondern bis zum Bestimmungsorte in Bündeln verlaufen, verästeln sich die sensiblen Fasern, welche lange Strecken isolirt durchlaufen, baumförmig. Die feinen, marklosen, mit anliegenden Kernen versehenen Terminalfibrillen verlieren sich theils im Bindegewebe, theils umspinnen sie spiralig die Muskelfaser. Dass es sich in den untersuchten Fällen um sensible Fasern handelte, constatirte C. Sachs durch die Waller'sche Methode. Nach Durchschneidung der vordern Nervenwurzeln liessen sich die sensiblen Nerven von den degenerirten motorischen unterscheiden. Jede der Muskelfasern steht mit mindestens einer, wenn sie lang ist, mit mehreren Nervenfasern in Verbindung. —

Die Endigungsweise der eintretenden motorischen Nervenfasern ist durch die Arbeiten einer grossen Zahl von hervorragenden Forschern klargestellt worden. Da, wo die motorische Nervenfaser an die Muskelfaser herantritt, hört die Markscheide plötzlich auf; die Schwann'sche Scheide geht ohne Unterbrechung in das Sarkolemma über. Unmittelbar an jener Stelle, an welcher der Nerv mit dem Muskel in Contact geräth, erhebt sich eine flache Anschwellung, welche von Kühne als Doyère'scher Hügel bezeichnet wird. Dieser Hügel besteht bei den Säugethieren durchweg aus einer granulirten, protoplasmatischen Masse, welche die Basis oder die Sohle für das eigentliche Nervenende bildet. Letztere erscheint als durchsichtige, vielfach verästelte, nicht granulirte Platte (Nervenendplatte oder motorische Nervenplatte) der Sohle aufgelagert. Die Nervenendplatte zerfällt ihrerseits wiederum in den centralen

Axialbaum und das diesen einhüllende Stroma. Ob die Scheidung in Stroma und Axialbaum im Leben präformirt ist, konnte bis jetzt sicher nicht nachgewiesen werden.

Ein Zusammenhang des Nervenendapparates mit der contractilen Substanz, wie dies von einigen Autoren behauptet wurde, besteht nach Kühne weder an Reptilien- noch Saugethiermuskeln noch an denen der Amphibien und Insecten.

Schleimbeutel, Sehnenscheiden.

Fast überall da, wo Muskeln und Sehnen oder die Haut über hervorragende Knochenvorsprünge hinwegziehen, finden sich sackartige Räume, deren Wandungen aus vorwiegend bindegewebigen Membranen gebildet werden. Diese, mit Synovia gefüllten Hohlräume werden als Schleimbeutel Bursae mucosae oder Schleim- oder Sehnenscheiden (Vaginae tendinum mucosae sive synoviales) bezeichnet.

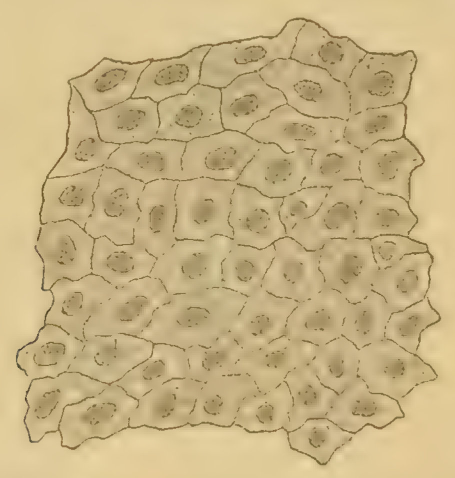


Fig. 230. Endothelbelag von der Seitenwand der Bursa intertubercularis des M. biceps vom Pferd. Argent. nitr. und Hämatoxylin. 1 : 500. (Nach Eichbaum.)

Die **Schleimbeutel** stellen meist rundliche oder ovale Säcke dar, welche nur an einer Fläche des darüber hinwegziehenden Muskels resp. Sehne gelegen sind. Ihre Aussenfläche ist, soweit sie den Knochen und die dem Knochen zugekehrte Fläche der Sehne bedeckt, untrennbar mit dem Periost und der Sehne verwachsen, und nur im Uebergange vom Knochen zur Sehne sind die Wandungen frei ausgespannt. — Die Sehnenscheiden hingegen erscheinen cylindrisch geformt und umgeben die Sehne allseitig. Die Wandungen dieser Säcke bestehen aus mehr oder weniger dünnen, meist durchscheinenden, bindegewebigen Membranen, deren aussere Flächen mit den benachbarten Organen ebenfalls verwachsen sind und zwar theils locker, theils so fest, dass sie sich mitunter nicht isolirt darstellen lassen. — Die innere Oberfläche der unter Muskel und Sehnen gelegenen Schleimbeutel ist nach den Untersuchungen Eichbaums glatt und zeigt nur an einzelnen Stellen zottenartige, Gefässschlingen enthaltende Excrescenzen. Als innerste Schicht findet

sich ein einfacher Zellbelag vor, welcher an die Endothelauskleidung des Peritoneum erinnert, nur mit dem Unterschiede, dass die Endothelien der serösen Häute grösser sind und die Contouren an Silberpräparaten ungleich zarter und stärker gewellt erscheinen.

In der Mehrzahl der Fälle findet man an der einschichtigen Auskleidung der Schleimbeutel an den Knotenpunkten der cellulären Grenzlinien auffallende Verdickungen vor, die sich mitunter auf die begrenzenden Linien selbst fortsetzen. In andern Fällen lässt sich eine mehr rundliche Abgrenzung der Zellen constatiren, die dadurch hervorgerufen wird, dass der peripherische, gebräunte Theil der Zelle in Form eines dunklen Ringes das helle, etwas prominirende und den Kern beherbergende Centrum umgiebt. Nach Hämatoxylinfärbung sind innerhalb der Zellterritorien excentrisch gelegene, relativ grosse, stark granulirte,

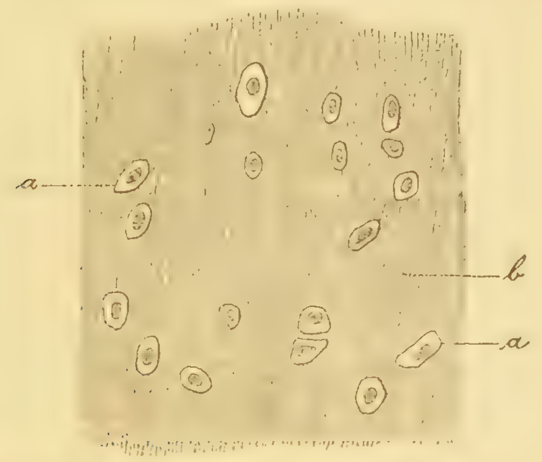


Fig. 231. Flächenschnitt von der hinteren Fläche der Sesambeine (Scheide des Hufbeinbeugers) vom Pferd. *a*) Knorpelzellen. *b*) Fibrilläre Grundsubstanz. (Nach Eichbaum.)

runde und ovale Zellen wahrzunehmen, welche mit mehreren Kernen versehen sind. Durch Abpinseln gelingt es leicht, den Endothelbelag zu entfernen. Eine derartig behandelte Fläche zeigt dann noch Ueberbleibsel der zelligen Auskleidung, zum Theil noch in Verbindung mit der Fläche, zum Theil aufgehoben und umgeschlagen, so dass an der Existenz eines besondern, zusammenhängenden Endothelbelags auf der Innenfläche der Bursen kein Zweifel bestehen kann. Bei einigen Schleimbeuteln lässt sich beobachten, dass die endotheliale Auskleidung stellenweise einer knorpligen Einlagerung Platz macht (Bursa intertubercularis des M. biceps brachii, Bursa M. infraspinati u. s. w.) eine Einrichtung, welche sich auch zuweilen an manchen Sehnenscheiden constatiren lässt. Anders verhält sich hiergegen die Innenfläche der hier gleichzeitig mitzuerwähnenden subcutanen Schleimbeutel. Durch zahlreiche, von den Wandungen entspringende, sehnige Fäden wird die Wandung uneben. Gewöhnlich inseriren sich die sehnigen Faden an gegenüberliegenden

Puncten der Bursa, so dass der Innenraum zerklüftet, oder, wenn die Fäden breit sind, in mehrere Fächer getheilt erscheint.

Präparate, die von möglichst glatten Stellen der in situ mit Argentum behandelten Innenwand der Bursen vom Olecranon Calcaneus u. s. w. hergestellt sind, zeigen inmitten einer gleichmässig braun gefärbten Grundsubstanz zahlreiche helle, sternförmige Zellen, die mit zum Theil sehr breiten Ausläufern in Verbindung stehen. Die Kerne sind gross, rund oder oval. Eine zusammenhängende endotheliale Auskleidung ist also in den subcutanen Bursen nicht zu constatiren. Die innere Oberfläche der Begrenzungswand der Bursen wird von einem fibrillären, zahlreiche, spindelförmige Kerne enthaltenden und von elastischen Fasern durchzogenen Stratum gebildet, welches stellenweise Fetteinlagerung von grösserem oder geringerem Umfange aufweist.

Die **Sehnenscheiden** verhalten sich im Allgemeinen, abgesehen von der Form, wie die subtendinösen Schleimbeutel. In gleicher Weise, wie bei letzteren, lassen sich an den Sehnenscheiden zunächst zarte, mit vereinzelten Zotten besetzte Membranen unterscheiden, deren äussere, parietale Fläche gewöhnlich mit einer sehr widerstandsfähigen, fibrösen Hülle durch Vermittelung einer Schicht lockeren Bindegewebes (subsynoviales Gewebe) mehr oder weniger innig verbunden ist. Diese fibröse Hülle (Retinaculum tendinum) steht ihrerseits entweder mit den aponeurotischen Umhüllungen und mit dem Bandapparate der Gelenke oder mit dem Periost der in der Nähe befindlichen Knochenvorsprünge in Verbindung. Selten ist die Ausdehnung grösser, als die betreffende Sehnenscheide selbst, so dass immer noch Lücken an den Enden oder in der Mitte übrig bleiben, die von Heinecke als Endpforten resp. Zwischenpforten bezeichnet werden.

Die synoviale Scheide setzt sich gewohnlich vom Knochen aus auf die Sehne selbst fort und überzieht diese, wie das Peritoneum den Darm. Das mit dem Mesenterium vergleichbare Verbindungsstück der Scheide heisst Mesotenon. Nach Kölliker und Albert sollen die Sehnenscheiden eines zusammenhängenden Epithelbelags entbehren, während das Vorkommen eines solchen Ueberzuges an frischem Material mit genügenden technischen Hülfsmitteln von Möller, Tillmanns, Eichbaum mit Bestimmtheit nachgewiesen wurde. Die Form und Anordnung der Zellen ist dieselbe, wie in den subtendinösen Schleimbeuteln. Es kommen jedoch auch Scheiden vor, in welchen der Endothelbelag kein continuirlicher ist, sondern durch Knorpeleinlagerungen in die Wand der Sehne unterbrochen wird (z. B. Sehnenscheiden des Flexor prof. bei sämmtlichen Hausthieren, Paladino). Die durchbohrenden Sehnen tragen uber dem gewöhnlichen Sehnengewebe ebenfalls einen Mantel von Knorpelsubstanz, welcher in seiner äussersten Schicht hyalin erscheint, in der tiefern faserknorplig. Die Ringe der Sehne des Flexor sublimis sind mit einem Synovial-Ueberzug versehen, welcher in der Hohe der Sesambeine ebenfalls eine dünne Schicht Hyalinknorpels erkennen lässt. Darunter liegt ein sehr gefässreiches Stratum, das

auch in die nun folgenden Strata des Faserknorpels und der gewöhnlichen Sehnensubstanz eindringt. Bei den Wiederkäuern finden sich einzelne Knorpelzellen in Fettzellen umgewandelt. Nach Eichbaum finden sich beim Pferde die Knorpelzellen auf der fibrillären Grundsubstanz der Scheide, zum grössten Theile zwischen den Faserzügen derselben; die hyaline Schicht fehlt demnach.

Die in der Sehnenscheide vorkommenden Zotten stellen fadenförmige, häufig verästelte Fortsätze der Synovialintima dar, welche sowohl an der Wand, wie am Mesotenon und der Oberfläche der Sehnen zu constatiren sind und zwar isolirt oder zu Gruppen vereinigt. Sie nehmen gewöhnlich mit breiter Basis von einem Fältchen der Synovalis ihren Ursprung, verschmälern und verbreitern sich abwechselnd in ihrem weitern Verlaufe und enden häufig mit kolbig verdickten Spitzen. Durch Einschnitte zerfallen die Zotten häufig in eine Anzahl von kugeligen oder eiförmigen Abtheilungen; stellenweise treten ebenso geformte Seitensprössen auf.

Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven der Sehne. An die Sehnen, deren Structur bereits früher (S. 152. I) eingehend geschildert wurde, treten die **Blutgefässe** durch Vermittlung des Mesotenon heran. Sie werden von den beiden Blättern des letzten eingeschlossen, wie die Darmgefässe durch das Mesenterium.

Die Sehnen sind reichlicher mit Blutgefässen versehen als das lockere Bindegewebe, welches nur eine geringe Anzahl ihm selbst zugehöriger Blutgefässe besitzt. An den Uebergangsstellen der Mesotenoa auf die Sehnen liegen die Blutgefässe ziemlich dicht nebeneinander und treten von hier aus mit dem interfasciculären Bindegewebe zwischen die einzelnen Sehnenfascicel hinein, um sich dort als grossmaschiges Netz auszubreiten. Die Sehnenfascicel selbst sind vollkommen gefässlos. Nach Paladino sind die Arterien der Sehnen durch eine starke Intima mit elastischen Fasern ausgezeichnet; letztere laufen in entgegengesetzter Richtung als die zahlreichern elastischen Fasern der Media.

Die **Lymphgefässe** verlaufen ähnlich, wie die Blutgefässe im inter fasciculären Gewebe. Einstichinjectionen ergeben im Innern der Sehne nicht sehr zahlreiche Lymphgefässe; auf der Oberfläche füllen sich zierliche Netze mit rechtwinkligen Maschen, aus denen sich meist grössere, die Blutgefässe begleitende Stämmchen entwickeln. Letztere gehen sehr häufig mit einer kleineren Vene durch einen benachbarten Muskel hindurch, andere verlaufen in den Lücken zwischen den Muskelbäuchen weiter. Das Vorhandensein von Lymphgefässen, welche dem fibrösen Gewebe eigenthümlich sind, ist bisher nicht erwiesen.

An den flächenartig ausgebreiteten Sehnen, den Aponeurosen, ist die Anordnung der Lymphgefässbahnen an den verschiedenen Flächen eine differente.

Die Lymphgefässe der äusseren Flächen stellen unregelmässige, zierliche Netze dar, aus denen feine, die Blutgefässe begleitende Stämmchen hervorgehen. An der innern Fläche verlaufen die grösseren

Gefässchen parallel der Faserrichtung und sind untereinander durch feinere Querästchen verbunden. Diese innern, leiterförmig angeordneten Gefässe lassen sich durch Einstichinjectionen leichter füllen als die äussern. Beide Gefässsysteme sind durch Stämmchen verbunden, welche, in den Sehnenbündel-Interstitien verlaufend, die Sehne durchbohren. Die verbindenden Lymphbahnen, sowie die leiterförmig angeordneten der innern Aponeurosenfläche, sind nicht etwa als einfache, zwischen den Sehnenbündeln gelegene Spalten zu betrachten, sondern als wirkliche, von einem Endothelrohr gebildete Lymphbahnen aufzufassen.

Das Gefässsystem der Innenfläche ist an die Sehnenbündel so fixirt, dass es bei Drucksteigerung durch Anspannung der Aponeurose in Folge Contraction des zugehörigen Muskels nicht collabirt. Ausser diesen geschlossenen Lymphbahnen füllt sich bei Einstichinjectionen ein die Sehnenbündel vollständig umhüllendes Spaltensystem (Genersich, Ludwig und Schweigger-Seidel).

Nerven sind an den Sehnen, Aponeurosen und Fascien in relativ grosser Menge gefunden worden und enden auf die verschiedenste Art, mit freien Nervenendigungen (Aponeurosen), als Pacinische und Krausesche Körperchen (Fascien und Ligamente), in Endplatten und in specifischen, spindelförmigen Körperchen, den Muskel-Sehnen-Körperchen. cf. Fig. 229 S. 371.

Die Endigung der Nervenfasern in den Sehnen ist meist mittelst der Goldchloridmethode studirt worden. Durch Sachs und Rollett wurden bei Kaltblütern (Rana, Salamandra, Lacerta an der Sehne des M. sternoradialis Nervenendapparate gefunden. In der Nähe der Insertionsstelle dieser Sehne am Os antibrachii tritt ein aus markhaltigen Nervenfasern bestehendes Stämmchen ein, das sich in zwei bis drei Aestchen theilt und mit feineren Zweigen ins Innere der Sehne dringt, um dort einen Plexus markhaltiger Nervenfasern zu formiren. Dieser Plexus endet büschelförmig auf einem abgeplatteten Terminalgebilde, den motorischen Endplatten vergleichbar. (Endschollen Rollett). Bei Vögeln (Sperling) wurden in den Sehnen der kleinen Flügelmuskeln Nervenfasern nachgewiesen, bei Säugethieren in den dünnen Sehnen des Schwanzes (Maus, Katze). Die Sehnen des Schwanzes bei Säugethieren erhalten ihre markhaltigen Nervenfasern aus den angrenzenden Partieen des Muskels. Die Nervenfäden zeichnen sich durch Theilungen, bogenförmigen Verlauf und Auslaufen nach entgegengesetzten Richtungen an einem Fibrillenbündel aus, wodurch Figuren, ähnlich wie bei intramuskulärer Nervenendigung zu Stande kommen (Sachs). In den Fascien der Katze und des Kaninchens sind von te Gempt reichliche Nervenfasern nachgewiesen worden, die sich unter wiederholten Theilungen zu einem grobmaschigen Netze vereinigen.

Ausser der angeführten Nervenendigung an Sehnen sind von Golgi und Marchi beim Rind, Schwein, Hund, Katze und Kaninchen an den Uebergangsstellen vom Muskel in die Sehne und auch im weiteren Verlaufe der Sehnen, besonders an den Augenmuskeln, cylindrische

oder spindelförmige, durch Gold violett gefärbte Platten constatirt, deren Oberfläche mit zahlreichen Körnchen bedeckt ist. In den Platten liegen durchsichtige Kerne verschiedener Grösse eingeschlossen.

Die Nervenfaser geht mit ihrer äussersten Scheide in die Hülle der Platte über, während der Axencylinder mit seiner Primitiv- und Muskelscheide in das Innere derselben vordringt. Der Axencylinder theilt sich in zwei und mehrere Aeste, die allmälig blasser werden und sich plötzlich verlieren. Beim Schwein zeichnen sich die Nervenfasern, die zu den Endorganen führen, durch wiederholte spindelförmige Anschwellungen aus. Letztere bestehen aus concentrisch angeordneten, longitudinalen Bindegewebsfibrillen, deren Zwischenräume von sehr kleinen, glänzenden, kernförmigen Körperchen erfüllt sind. Zuweilen stösst eine solche spindelförmige Erweiterung der Nervenscheide unmittelbar an die terminalen Platten an. Golgi bezeichnet diese Endapparate, welche offenbar mit den von Rollet und Sachs gefundenen übereinstimmen, als Muskel-Sehnen-Körperchen. Neben diesen kommen auch mehr oberflächliche und zerstreut an den Sehnen liegende Endapparate vor, die den Endkolben der Conjunctiva und kleinen Pacini'schen Körperchen gleichen.

Den letzteren ähnliche Endorgane fand Rauber in den Muskelscheiden der Vögel und Säugethiere, besonders zahlreich in den Muskelscheiden der tieferen Brustmuskeln der Hühner. In Form und Grösse zeigen sie beträchtliche Verschiedenheiten. Sie sind meist oval, von 0,1 und 0,08 Durchmesser und bestehen aus zwei Theilen, dem Endstück einer markhaltigen Nervenfaser und einer dasselbe umgebenden bindegewebigen Formation. Letztere setzt sich aus einem äusseren, circulärfaserigen, fibrösen und einem innern, gallertigen, kernreichen Theile zusammen. Ersterer wird durch Essigsäure aufgehellt, letzterer getrübt. Die Nervenfaser verliert mit dem Eintritt in den kernreichen Innentheil ihr Mark und es tritt an dessen Stelle das gallertige Protoplasma. Meist liegen die Körperchen oberflächlich. Sehr selten kommt es vor, dass ein Körperchen ganz von Muskelsubstanz eingeschlossen ist. Auch im Peritendineum der Sehnen wurden diese Terminalapparate beobachtet.

Eine besondere Berücksichtigung erfordert jener Bandapparat, welcher durch seine elastische Kraft die Muskelwirkung ausgiebig unterstützt: das **Nackenband**. Schwalbe findet im Nackenband der Wiederkäuer eine parallele Anordnung der elastischen Fasern in Form von Bündeln. Im Innern desselben stehen die Fasern durch sehr spitzwinklige Anastomosen untereinander im Zusammenhang, so dass sie ein Netz mit sehr langgestreckten Maschen darstellen. Die elastischen Faserbündel sind meist breiter als die sekundären Sehnenbündel und unregelmässig begrenzt Die zwischen ihnen freibleibenden Räume sind von lockerem Bindegewebe erfüllt. Die elastischen Fasern selbst sind nicht von regelmässig kreisrundem Querschnitt, sondern an der Peripherie mit einer oder mehreren, oft weit eindringenden Kerben versehen, welche die ursprüngliche Zusammensetzung der Fasern aus mehreren verschmolzenen noch documentiren. Innerhalb eines Bündels werden sie durch eine glashelle, homogene, in verdünnter Essigsäure quellbare, weiche Kittsubstanz, in welcher vielfach gewohnliche Bindegewebsfibrillen verlaufen, zusammengehalten. Platte

Bindegewebszellen finden sich in den Bündeln ebenfalls eingestreut. Eine Untereintheilung der elastischen Faserbündel in primäre Bündel, wie bei der Sehne, existirt nicht. Saftkanälchen sind ebenfalls nicht nachweisbar, vielmehr wird die interfibrilläre oder Grundsubstanz von der Ernährungsflüssigkeit gleichmässig durchtränkt. Es kann dies durch Einstichinjection leicht demonstrirt werden. Dagegen finden sich grosse, in den bindegewebigen Interstitien longitudinal mit den elastischen Fasern verlaufende Lymphcapillaren, welche durch feinere, quer verlaufende Lymphgefässe vielfach untereinander in Verbindung stehen. Ausserdem werden aber constant Theile eines Systems von Bindegewebsspalten, welche sich in dem lockern Bindegewebe zwischen den elastischen Faserbündeln befinden, gefüllt und zwar in Form eines gleichmässig injicirten Netzwerkes. Eine Endothelzeichnung lässt sich nach Silberbehandluug an den Wandungen der Bindegewebsspalten nicht nachweisen. In die interfibrilläre oder Grundsubstanz der elastischen Faserbündel dringt die Injectionsmasse sowohl von den Bindegewebsspalten herein, als auch von den kleineren Lymphgefassen, die sich nicht selten dicht der Oberfläche eines elastischen Bündels anschmiegen. Die Dehnung des Nackenbandes wirkt fördernd auf den Lymphstrom.

Mit Bezug auf den Bau der im Nackenband vorkommenden Blutgefässe ist hervorzuheben, dass sich bei Hunden und Katzen an demselben ähnliche spindelförmige Erweiterungen finden, wie sie Ranvier von den rothen Muskeln bei Kaninchen beschrieben hat.

Haut und Anhänge.

Von

Dr. R. Bonnet,

Professor in München.

Allgemeines. Die Haut (allgemeine Decke, integumentum commune) überzieht den Körper der Säugethiere als wechselnd dicke, auf ihrer Unterlage je nach der Körperregion mehr oder weniger verschiebliche, elastische und contractile, bald glatte, bald faltig gerunzelte Hülle.

Meist mehr oder weniger mit Pigmenten durchsetzt, ist sie nur bei albinotischen Thieren völlig pigmentfrei, weiss. Durch die Produktion von Haaren bildet sie ein gegen mechanische und thermische Insulte schützendes, für die Erhaltung der Eigenwärme wichtiges und mit mancherlei Schmuck — Mähne, Haarschopf, Schweif, Schwanzquaste, Bart, Köthenquaste — ausgestattetes Haarkleid von wechselnder Dichtigkeit und Farbe. An bestimmten Stellen finden sich als modificirte Hautregionen aufzufassende Schutzhüllen oder Angriffswaffen in Gestalt von Klauen, Hufen, Krallen, Hörnern. Ein ausserordentlich grosser Reichthum an sensiblen Nervenendigungen macht die Haut zum Sitze des über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Tast- und Temperatursinnes. Durch zahlreiche, theils diffus zerstreute, theils in gewissen Regionen zu grösseren Gruppen vereinigte Drüsen sowie durch ein sehr stark entwickeltes System von Blutgefässen wird die Haut ein wichtiges Absonderungs- und Perspirationsorgan. Die Haut bildet an vielen Stellen und bei manchen Thieren besonders auffallende Dupplicaturen, Falten und Anhangsbildungen oder Einstülpungen. Es genügt als solche die Hautfalte mancher Schafrassen, den Triel der Rinder, die Glöckchen oder Berlocken mancher Ziegen-, Schweine- und gewisser Schafrassen, den Schlauch, den Hodensack, die äussere Scham, die Augenlider, Nasenöffnungen, Lippen, die Knie- und Achselfalten, die Zitzen und Striche, die Thränengruben, Klauensäckchen und Inguinalfalten der Schafe, die Carpaldrüsen und den Nabelbeutel der Schweine, sowie die Analdrüsen der Fleischfresser namhaft zu machen.

Während von einem Theil dieser Gebilde keine besondere Function bekannt ist, bilden die Hautfalten meist weiche und bewegliche Schutzhüllen um sehr empfindliche oder leicht verletzliche Organe. Andere Hautfalten functioniren durch die in ihnen enthaltenen, fettige Secrete liefernden Drüsen als Schmiergruben oder spielen durch das vielfach an flüchtigen Fettsäuren reiche, specifisch riechende Secret, eine, bei den domesticirten Thieren freilich theilweise überflüssige Rolle im Geschlechtsleben, insofern das stark riechende Drüsensecret das gegenseitige Auf-

suchen und Finden zur Begattungszeit zu erleichtern und den Geschlechtstrieb zu steigern bestimmt ist.

An sämmtlichen natürlichen Korperöffnungen geht die Haut in die dieselben auskleiderden Schleimhäute über, welche ja auch entwicklungsgeschichtlich in grosserer oder geringerer Ausdehnung aus Einstülpungen der äusseren Haut hervorgehen: Maulschleimhaut, Bindehaut des Auges, Nasenschleimhaut, Scheidenvorhof, Zitzencanale, Schleimhaut der männlichen Harnröhre, Endstück des Mastdarmes.

Die ganze Haut der Säuger durchziehen, wie man sich an jedem älteren noch haarlosen Embryo oder nach Entfernung der Haare, sowie an nackten oder spärlich behaarten Thieren (afrikanischen Hunden, haarlosen Ziegen, haarlosen Pferden überzeugen kann, ganze Systeme feinerer und gröberer sich vielfach durchkreuzender Furchen, deren feinere Anordnung ebenso wenig wie ihre Entstehungsursache genügend untersucht sind. In der Hauptsache handelt es sich um eine Faltenbildung durch Muskelwirkung.

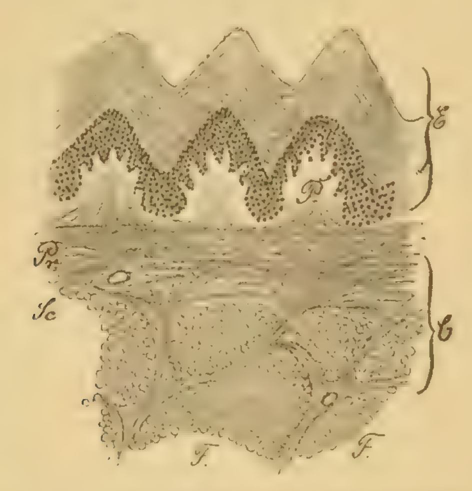


Fig. 232. Schnitt durch den Sohlenballen eines Hundes. Verg. ca. 30. *E* = Epidermis, *C* = Cutis, nach unten die pars reticularis = *Pr*, nach oben 3 zusammengesetzte Papillen = *P* tragend, bei *Sc* in die Subcutis übergehend, *F* = Fettgewebe.

Bau: An senkrecht durch die Hautoberfläche geführten Schnitten kann man meist schon mit schwacher Vergrösserung zwei nach ihrem histologischen Aufbau und ihrer Entwicklung scharf getrennte Schichten, eine oberflächliche epitheliale oder die Oberhaut, Epidermis und eine ihr als Grundlage dienende bindegewebige, tiefere Schicht, die Lederhaut oder Cutis unterscheiden. Beide stehen zu einander in engster anatomischer und physiologischer Wechselbeziehung, in gegenseitigem Schutz- und Ernahrungs-Verhältniss. An ihrer proximalen Flache ist die Lederhaut durch eine lockere, oft mit reichlichem Fett durchsetzte, verschiebliche, an manchen Stellen auch straffe Bindegewebslage, das Unterhautbindegewebe oder die Subcutis an den Körper angeheftet. Dasselbe bildet jedoch hinsichtlich seiner Entwicklung keinen selbstständigen Bestandtheil der Haut, sondern ist eine nur im Bau etwas modificirte Lage der Lederhaut, die nach der beim

Gerben durch technische Manipulationen bewirkten Entfernung der Epidermis und des Unterhautgewebes das Leder liefert.

I. Die **Lederhaut** ist eine derbe, elastische, undurchsichtige, meist weisse Membran aus zellenarmem, fibrillärem Bindegewebe. Die Dicke der Cutis wechselt nach Körperregion, Alter, Geschlecht und Thierart. Männliche Thiere haben eine dickere Haut als weibliche; das Schaf hat die dünnste, das Rind die dickste Lederhaut (Gurlt). Im Allgemeinen ist an einem und demselben Thier die Lederhaut am dicksten am Rücken und an den Streckseiten, dünner an den Beugeseiten der Extremitäten und an der ventralen Körperfläche. Eine Ausnahme von diesem Gesetze macht die dicke Haut an der ventralen Halsregion des Schweines und am Triel der Rinder, sehr dick ist die Cutis am Schweif der Pferde. Der feinere Bau der Lederhaut zeigt im Princip bei allen unseren Haussäugethieren keine erheblichen Schwankungen. Aus feinen, durch eine spärliche Kittsubstanz verbundenen Bindegewebsfibrillen formirte, wechselnd dicke Bündel von theils cylindrischem, theils flachem oder prismatischem Querschnitt durchflechten sich leicht wellig gebogen, wobei ihre Richtung je nach ihrer höheren oder tieferen Lage in der Lederhaut wechselt. Durch diese Anordnung ist die vollkommene Spaltbarkeit der Haut bedingt (Langer). — Man kann im Allgemeinen drei Lagen deutlich unterscheiden:

1. Eine tiefe oder netzförmige Lage, die pars reticularis cutis der Autoren (siehe Fig. 27. 3), in welcher sich ziemlich derbe Faserbündel in vorwiegend horizontaler Richtung nach Art einer Strohmatte durchflechten, um dann etwas feiner werdend und in mehr schiefer Richtung verlaufend
2. die namentlich an haar- und drüsenreichen Hautstellen deutliche Zwischen- oder intermediäre Schicht (Bonnet) (siehe Fig. 27. 2) zu bilden, in welcher ihre Verlaufsrichtung durch die in diese Lage eingepflanzten Epidermoidalgebilde (Drüsen, Haare) sowie die in ihr befindlichen glatten oder willkürlichen Muskeln eine unregelmässigere wird; und
3. den Papillarkörper, das stratum papillare cutis (siehe Fig. 27. 1 P), die oberflächlichste Cutislage, in der die den schon genannten Schichten entstammenden Bindegewebsbündel zu einer mehr homogenen, glänzenden Schicht confluiren, welche auf ihrer der Oberhaut zugekehrten Fläche eine Menge, namentlich an gewissen Stellen gut entwickelter, kegelförmiger Wärzchen zeigt. Man hat die Gesammtheit dieser Wärzchen oder Papillen als »Papillarkörper« bezeichnet.

Durch das Vorkommen solcher Papillen erleidet die Faserrichtung der Fibrillenbündel insofern einige Veränderungen, als die ursprünglich mehr parallel zur Hautoberfläche gerichteten Fasern nun schlingenförmig oder verfilzt in die Papillen hineingezogen werden und der Erhebung derselben folgend mehr senkrecht zur Papillenspitze aufsteigen, dann umbiegen und in senkrechter Richtung die Papille wieder verlassen. Diese

die Papillen aufbauenden Bindegewebsbündel sind feiner und dichter verwebt als die der übrigen Cutis; oft haben die Papillen dadurch ein ganz gleichmässig glasiges Ansehen.

Es gilt als allgemeines Gesetz, dass die behaarten Hautparthien um so papillenärmer sind, je dichter ihr Haarbestand ist. Es sind an solchen Stellen gewissermassen alle Papillen in die Tiefe gerückt und als Haarpapillen verbraucht, während die haarlosen oder kahlen Stellen stets sehr entwickelte Papillen tragen (Leydig).

Ich finde in der That, dass man an dicht behaarten Stellen von einem Papillarkörper im gewöhnlichen Sinne gar nicht sprechen kann. Die zwischen den Haaren gelegene Hautoberfläche ist entweder völlig glatt oder sie trägt nur sehr spärliche, unregelmässig geformte Fältchen oder Hügelchen, welche, die Oberhaut hervorwölbend, auf Schnitten wegen der da und dort in ihnen vorfindlichen Gefässschlingen ein papillenähnliches Gepräge erhalten, in der That aber von den durch typische Gefässschlingen oder Nervenendorgane scharf characterisirten echten Papillen verschieden sind.

So sind die Papillen nur schwach ausgebildet oder fehlen gänzlich am Kinn, im Gesicht, an der Kopfhaut, der Bauchhaut, dem Kamm des Pferdes, im äusseren Gehörgang, im Augenlid des Pferdes und Hundes, an der Zwischenzehenhaut, am Rücken, am Hodensack des Hundes, an der Haut der Extremitäten.

Gut entwickelte schlanke Papillen finden sich dagegen an allen spärlich behaarten oder völlig haarlosen Stellen: am Nasenspiegel, der Rüsselscheibe, den Lippenrändern, Sohlen- und Zehenballen, an den Zitzen, dem Euter, der glans penis, am Kitzler und meist auch an der Schweifspitze der Katze, des Schafes, Rindes, Schweines, während die Schweifspitze des Hundes eines deutlichen Papillarkörpers zu entbehren scheint (Ribbert).

Die Form der Papillen wechselt. Neben einfachen, kegelförmigen, langen, schlanken oder kurzen, dicken finden sich meist grössere mit einfacher Basis und getheilter Spitze, getheilte Papillen (Fig. 233). — (Aeussere Geschlechtstheile, Nasenspiegel der Katze und des Rindes, Rüsselscheibe.) Spaltet sich eine Papille in mehr als zwei kegelförmige Ausläufer, so spricht man von zusammengesetzten Papillen, wie solche beispielsweise sehr schön im Sohlenballen des Hundes, nicht aber der Katze vorkommen (Fig. 232, P).

Man hat im Hinblick auf die beim Menschen und Affen vorliegenden Verhältnisse »Nerven- und Gefässpapillen« unterschieden in der Meinung, dass die Anwesenheit einer Gefässschlinge in einer Papille stets die gleichzeitige Anwesenheit eines Nervenendorganes in derselben ausschliesse. Diese Meinung ist nicht mit der ausgesprochenen Präcision durchzuführen, da man sehr oft in einer Papille ein Nervenendorgan neben einer Gefässschlinge finden kann (Merkel, Bonnet). Die alte Anschauung, dass der ganze Papillarkörper einen Tastapparat darstelle, ist nach dem jetzigen Wissen ebenfalls unhaltbar. Nur in bestimmten Regionen bergen die Papillen ausnahmsweise bestimmte Nervenendorgane, — z. B.: Viele Papillen des

Flotzmaules, die Papillen der Eichel und des Kitzlers — welche der weitaus grösseren Mehrzahl fehlen.

Meine zahlreichen Messungen ergeben nach Alter, Thierart und Individuum so wechselnde Maasse, dass ich im knappen Rahmen dieser Arbeit auf Maassangaben verzichten muss.

Die Entwickelung des Papillarkörpers geht stets parallel der Massenentwicklung der Epidermis. Die Lederhautpapillen treten im Embryo erst zu einer Zeit auf, wo die Epidermis schon eine gewisse Dicke erreicht hat. Da in letztere keine Blutgefässe eintreten, müsste ihre Ernährung bei einer gewissen Dicke eine sehr träge oder ganz unzureichende sein. Dieser Gefahr helfen die in die dicke Epidermis eingesenkten, langen, gefässhaltigen Papillen ab.

Wo starker Druck durch das Körpergewicht (Sohlen und Zehenballen) oder durch mechanische Verwendung der betreffenden Hautparthie (Rüsselscheibe, Flotzmaul, Lippen) einwirkt, findet man an Stelle der Haare eine schützende Verdickung

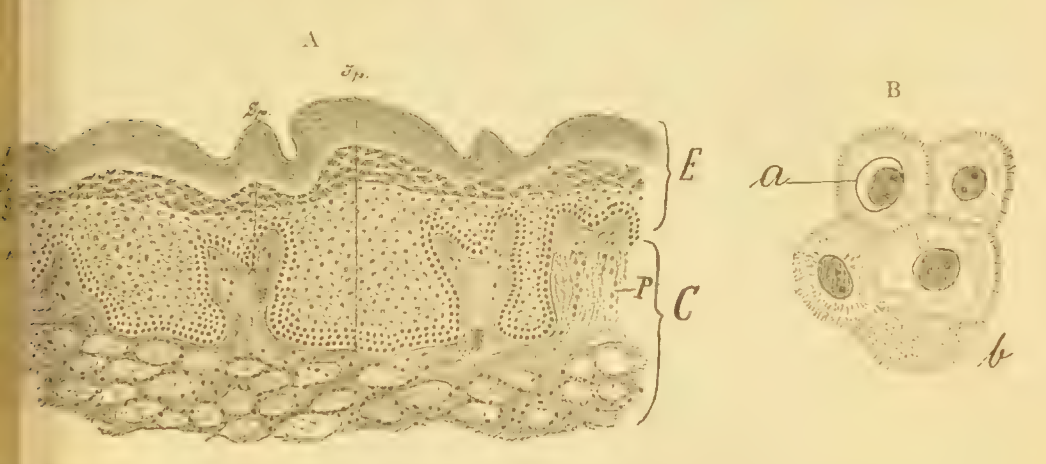


Fig. 233. Senkrechter Schnitt durch den Nasenspiegel der Katze. Vergr. ca. 70. E = Epidermis, C = Cutis, P = Papillarkörper, B = Bindegewebsbalken der Pars reticularis, G = Gefässquerschnitte.

der Epidermis Hand in Hand mit entsprechend ausgebildetem Papillarkörper. Die an solchen Stellen in erhöhter Abnützung befindliche Epidermis erhält durch die Papillen das zur Erhaltung ihres Bestandes nöthige Nährmaterial.

Die Oberfläche der Papillen ist nicht immer glatt, sondern ihre Grenzcontour erscheint auf dünnen Schnitten vielfach gezackt wie fein verzahnt.

Die gesammte Cutisoberfläche ist mit einer feinen, namentlich an dünnen Schnitten durch Chlorgoldpräparate deutlichen Grenzschicht, der Basalhaut, membrana limitans, Glashaut, wie eine solche vielfach zwischen Epithel und Bindegewebe vorkommt, überzogen. Sie greift nicht nur in die feinen Kerben der Papillen ein, sondern zeigt auch bei Betrachtung ihrer äusseren Fläche nach Entfernung der Oberhaut eine zierliche, waben- oder netzartige Reliefzeichnung, bedingt durch den Abdruck der meist polygonalen Basis der ihr aufsitzenden Oberhautzellen, zwischen welche sie mit zarten und kurzen Scheidewänden eingreift.

Rollet hält diese Grenzmembran nicht für eine selbstständige Lage, sondern nur fur ausserordentlich dicht aneinander liegende sehr feine Bindegewebsfasern, eine Fortsetzung tiefer gelegener Fibrillen. Dem widerspricht jedoch die zuerst von Hensen an sehr jungen Kaninchenembryonen gemachte, von mir an 15 tägigen Schafembryonen bestätigte Erfahrung, dass diese Grenzmembran als Hensen's membrana prima unter den Epithelien der oberen Keimschicht auftritt, ehe von Seiten der mittleren Keimschichten die Bildung von »Lederhaut« überhaupt begonnen hat. Sie darf somit nur als eine Epithelausscheidung von Seiten der Epidermiszellen aufgefasst werden.

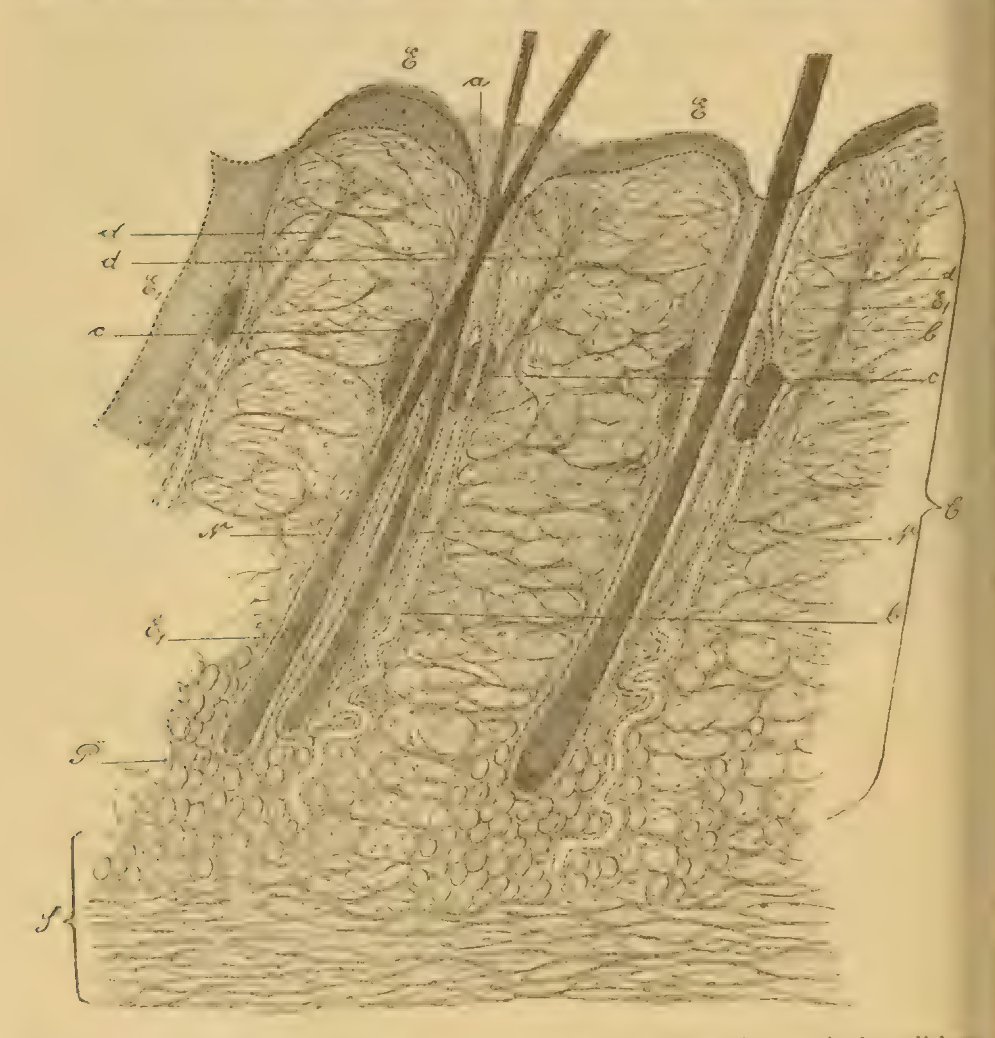


Fig. 234. Elastisches Gewebe der Hundecutis nach Behandluug mit künstlichem Magensaft (nach Stirling); der zwischen den Haarbälgen, Fett- und Knäuel-Drüsen übrige Raum ist durch ein elastisches Netz N mit vielfach eingestreuten Zellen ausgefüllt. E = Epidermis, C = Cutis, S = Subcutis mit Fettträubchen. a) Haarbalgmündung, b) Knäueldrüsenmündung, c) Talgdrüse, d) Haarbalgdrüsenmuskel.

Ausser an bindegewebigen Elementen ist die Cutis in allen ihren Schichten reich an sehr feinen elastischen Fasern, welche entweder den Fibrillenbündeln beigeflochten oder in Gestalt feiner Netze namentlich in den oberen Cutislagen (Rind, Schaf, Hund) zu finden sind.

Sie verleihen der Haut neben der welligen, durch Zug sich ausgleichenden Anordnung ihrer Bindegewebsbündel eine gewisse Dehnbarkeit sowie eine ziemlich grosse und vollkommene Elasticität. Dieses elastische Gewebe spielt als Antagonist der in der Haut befindlichen Muskeln eine nicht unbedeutende physiologische Rolle.

In der Haut des Hundes bildet das elastische Gewebe ein Netz von bogenförmig verlaufenden, ungleich starken Fasern. Von den in den grössten Abständen verlaufenden, stärksten Fasermassen zweigen sich zartere ab, um sich schliesslich in ganz feine Fäserchen zu theilen. Die grösste Menge starker, elastischer Bänder findet sich in der Mitte der Cutis von hüllenartig die Haarbälge umspinnenden Geflechten abgehend, dann die Haarbalgdrüsenmuskeln entlang ziehend und in die Hautoberfläche ausstrahlend. In die Maschen dieses elastischen Netzwerkes finden sich die flachen und parallelen Bindegewebslagen der Hundecutis eingefügt. In ihrer festen Verbindung in der Dickenrichtung der Haut trägt die Anordnung des elastischen Gewebes wesentlich bei (Stirling).

II. Die **Subcutis** oder das **Unterhautbindegewebe** vermittelt die Verbindung der Lederhaut mit dem Körper und geht aus der inneren Cutisfläche ohne scharfe Grenze dadurch hervor, dass sich die Bindegewebsbündel der letzteren in lockere Faserzüge auflösen, welche die Befestigung der Haut an die unter derselben liegenden Körpertheile, namentlich an die Fascien übernehmen. Die Dehnbarkeit, Länge und Dicke dieser Faserbündel steht mit der Faltbarkeit und Verschieblichkeit der Haut an den betreffenden Stellen in geradem Verhältniss. Auch die mit reichlichen elastischen Fasern durchflochtenen Bindegewebszüge der Subcutis durchkreuzen sich vielfach miteinander und bilden auf diese Weise grössere und kleinere Maschenräume, die wieder durch zartere Fibrillenbündel in secundäre, an manchen Regionen mit reichlichem Fettgewebe erfüllte Räume zerlegt sind.

Eine scharfe Abgrenzung der drei Cutisschichten, des Papillarkörpers, der eigentlichen Cutis und der Subcutis unter einander durch Präparation ist schwer möglich, sie bilden alle drei zusammen ein entwicklungsgeschichtliches Ganzes. Je dicker die Haut, um so complicirter ist auch die Anordnung und Verflechtung ihrer Faserbündel. An Stellen, wo die Haut straff an ihre Unterlage befestigt ist, kann die Subcutis ganz oder theilweise fehlen (z. B. innere Ohrmuschelfläche, Lippen, Augenlid, Nase, Eichel, Nasenspiegel). An diesen Stellen fehlt auch meist das subcutane Fett völlig oder ist nur spurweise vorhanden; dagegen fehlt es stets in der Haut des Hodensackes.

Die in der Subcutis und Cutis zwischen den Fibrillen befindlichen Zellen werden wie alle Bindegewebszellen in fixe und Wanderzellen unterschieden. An Tinctionspräparaten findet man erstere als stern- oder spindelförmige, vielfach durch lange Ausläufer miteinander anastomosirende Gebilde, welche in Wahrheit die Querschnitte oder Flachschnitte von Häutchenzellen (siehe Bindegewebe) sind, die als flache kernhaltige Platten die Faserbündel äusserlich umscheiden. Zwischen den mit solchen Zellen umschiedenen Fibrillenbündeln finden sich viel-

fach feinere und grössere Spalten, die Anfänge der Lymphwege der Cutis.

Die Wanderzellen schwanken hinsichtlich ihrer Zahl nicht unwesentlich nach Alter des Thieres und dem Orte ihres Vorkommens. In der Subcutis wandeln sich die zwischen den Faserbündeln gelegenen Bindegewebszellen in bestimmten Regionen mit Vorliebe zu Fettzellen um, welche zu Träubchen gehäuft oder zu grösseren Ballen vereinigt ein ganzes Fettpolster bilden, das zum Theil bei zunehmender Entwicklung oder unter den Folgen der Mast sich bis unter die Hautmuskeln hinziehen, ja dort sogar seine Hauptentwicklung erlangen kann.

Dieses als »Panniculus adiposus« in der Anatomie bekannte Fettpolster kann bei Mastthieren oder bei alten Hunden oft eine monströse Entwicklung erreichen. Das von allen Landthieren am stärksten entwickelte Fettpolster findet man bei Schweinen als Speck. In den Sohlen- und Zehenballen der Fleischfresser liegt ebenfalls ein von einzelnen fibrösen Zügen durchzogenes, stets sehr ausgebildetes Fettpolster. Die Farbe des Fettes wechselt vom reinen Weiss bis ins Hochgelbe. Sie ist theils von der Ernährung (Leinkuchen), theils vom Blutgehalte und noch nicht näher studirten physiologischen und pathologischen Momenten abhängig.

Das subcutane Fettpolster bildet vermöge seiner Elasticität ein wirksames Schutzkissen gegen mechanische Insulte für die in und unter ihm liegenden empfindlichen Theile (Nerven, Muskel, Gelenke), hilft als schlechter Wärmeleiter die Körpertemperatur regeln (es ist bei arctischen und Wasserthieren überhaupt am besten entwickelt) und bildet ein Nahrungsreservoir für Zeiten der Noth, Krankheit und Trächtigkeit.

Die lockere Anordnung des subcutanen Bindegewebes, welches die Haut an die oberflächliche Hautbinde anheftet, ermöglicht oft beträchtliche Flüssigkeitsansammlungen in seinen Bindegewebslücken bei Hautödem und ebensolche von Luft beim Hautemphysem, sei es, dass die Luft in Folge einer Verletzung der Athemwege in die Subcutis gepumpt wird oder dass Gase in Folge von Fäulniss in ihr auftreten. Indem die Gase oder die Luft durch die anastomosirenden Hohlungen sich verbreiten können, gleicht die Haut der Thiere oft einem wahren Luftkissen. Man nannte daher dieses lockere subcutane Bindegewebe auch atmosphärisches Bindegewebe.

III. Die **Oberhaut, Epidermis,** überzieht als geschichtete Epitheldecke die Cutisoberfläche. Da sie alle Unebenheiten der letzteren ausfüllt, alle ihre Erhabenheiten, Fältchen und Papillen in entsprechenden Vertiefungen aufnimmt und alle Erhöhungen und Furchen der Cutis bis zu einem gewissen Grade auf ihrer freien Fläche wiederholt, verhält sie sich wie der Abdruck zum abgeformten Gegenstande und erhält dadurch das characteristische, reliefartige Aussehen, das Jeder von der eigenen Fingerbeere kennt und welches sich auch bei den Haussäugethieren bis zu einem gewissen Grade wiederholt. Dabei wechselt die Beschaffenheit der Epidermisoberfläche je nach den Körperstellen ihre Modellirung. Die Epidermis bildet selbstständige, kornartige Erhebungen dadurch, dass sie sich zwischen zwei Papillen polsterartig verdickt (Nasenspiegel der Katze siehe Fig. 233) oder zottenartige Bildungen durch gewaltige Verdickung über den Papillen (Sohlenballen grosser Hunde). An der Schnauze, dem Flotzmaul, der Rüsselscheibe am After findet man die Epidermisoberfläche von grösseren oder kleineren Furchen durchzogen.

welche in typischer Weise verlaufend entweder ein eigenthümlich körniges Aussehen oder eine tafelartige Felderung oder Faltung bedingen. An manchen Orten (Flotzmaul) zeigt die Epidermis viele schon mit blossem Auge sichtbare, als Hautporen bekannte feine Oeffnungen, die Mündungen von Drüsen oder Haarbälgen.

Die Dicke der Epidermis wechselt auch beim erwachsenen Thiere vielfach nach Körpergegend und Art. Die Dickenentwicklung der Epidermis steht durchweg im umgekehrten Verhältniss zur Dichtigkeit des Haarwuchses. Je dünner der letztere, um so dicker die Epidermis. So kann sie an nahezu oder gänzlich haarlosen Stellen (Sohlen- und Zehenballen, Rüsselscheibe, Nasenspiegel, Lippen) oft mehrere Millimeter Dicke erreichen. Nur an der Innenfläche der Ohrmuscheln, den Zitzen, am After, in der nächsten Umgebung und an den äusseren Geschlechtstheilen findet sich trotz spärlichster Behaarung vielfach dünne Epidermis.

Feinerer Bau. Allerorts, auch an Stellen mit sehr schwach entwickelter Oberhaut, kann man zwei scharf markirte, schon von Malpighi unterschiedene Schichten erkennen:

Eine oberflächliche trockene, die Hornschicht und eine tiefe, der Cutis aufliegende saftigere, die Schleimschicht. Es empfiehlt sich, an Stelle dieser alten die von Unna eingeführten Bezeichnungen der einzelnen Schichten, welche der Reihe nach von unten nach oben aus einander hervorgehen, zu benützen. Ausserdem hat man stets die den Papillen aufsitzenden Theile der Oberhaut als suprapapillare Epidermis scharf von den zwischen den Papillen einspringenden Theilen, der interpapillaren Epidermis zu unterscheiden.

An Schnitten durch gut entwickelte Epidermis ergiebt sich folgender Bau:

1. Die tiefste Schichte der Epidermis besteht aus Stachelzellen und wird daher als Stachelzellenschicht oder, da sie durch Vermehrung ihrer Zellen das Material zum Aufbau der ganzen Epidermis liefert, als Keimschicht der Oberhaut bezeichnet. Sie besteht aus einer mehrfach geschichteten Lage unregelmässig gestalteter, durch gegenseitigen Druck polygonaler. kernhaltiger Zellen, die mit ihren Längsachsen der Cutisoberfläche parallel gestellt sind. Sie liegen über der Papillenspitze horizontal, an den Papillenseiten mehr oder weniger senkrecht, zwischen den Papillen wieder horizontal angeordnet und werden, je oberflächlicher sie liegen, um so flacher und grösser. Ihre rundlichen, scharf begrenzten Kerne sind in den oberflächlicheren Lagen vielfach von einem hellen, mondsichelförmigen Hofe, dem optischen Ausdruck eines durch Kernschrumpfung zwischen Kern- und Zellenleib entstandenen Hohlraumes, umgeben. Die tiefste Zellenlage besteht durchweg aus mehr cylindrischen oder spindelförmigen Zellen, die ebenfalls mit feinen Stacheln in die Glashaut der Cutis eingreifen. Ueber ihnen finden sich oft gruppenweise Kerntheilungsfiguren in der interpapillaren Epidermis (Flemming Schweinerüssel, Bonnet, Nasenspiegel der Katze). Bei starker Ver-

grösserung erscheint die Zellenoberfläche fein punctirt, ihr Contour fein gestrichelt, da die Zellen durch feine, die Kittleisten überbrückende Commissurenfäden miteinander verbunden sind (Bizzozero, Ranvier). Diese Commissurenfäden sind vielfach durch den Zellenleib selbst zu verfolgen und geben ihm ein gradezu fibrilläres Aussehen. Je oberflächlicher gelegen die Zellen sind, um so kürzer werden ihre früher als Stacheln gedeuteten Commissurenfäden.

Die Stachelzellenschicht nimmt den Papillarkörper völlig in sich auf und markirt nur mitunter die Papillenspitzen mit wechselnder Deutlichkeit auf ihrer distalen Fläche.

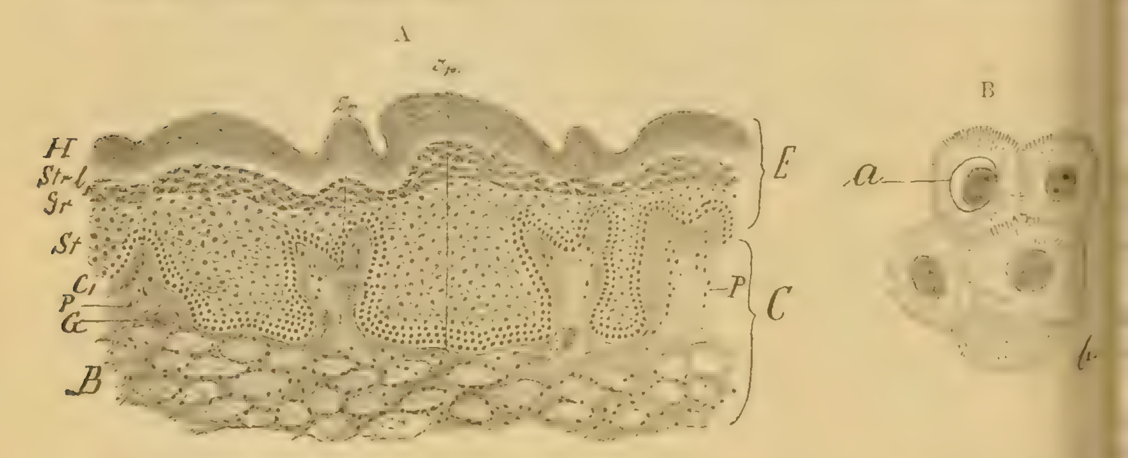


Fig. 235. A. Senkrechter Schnitt durch den Nasenspiegel der Katze. Vergr. ca. 70. *E* = Epidermis, *Ip* = Interpapillare Epidermis, *Sp* = Suprapapillare Epidermis, *St* = Stachelzellenschicht, G_1 = Cylinderzellenschicht derselben, *Gr* = Granulirte Schicht, *Strl* = Stratum lucidum, *H* = Hornschicht, *C* = Cutis, *P* = Papillen derselben, *B* = Bindegewebsbalken, *G* = Gefässquerschnitt. B. Eine Gruppe Stachelzellen bei starker Vergrösserung; bei *a* heller Hof um den Kern, *b* in Oberflächenansicht, die übrigen Zellen im optischen Querschnitt.

Auf die Stachelzellenlage folgt die in Picrocarmin sich intensiv färbende

2. Körnerschicht oder das Stratum granulosum. Sie besteht aus einer zwei- bis fünffach geschichteten Lage stark abgeflachter Zellen, deren Commissurenfäden zu feinen Zacken reducirt sind. Die Kernschrumpfung nimmt zu und der Zellenleib ist bis auf eine dünne periphere Randzone mit kleinen rundlichen Körnern von wechselnder Grösse erfüllt, welche sich in Hämatoxylin und Picrocarmin intensiv färben. Diese Körner bestehen aus Keratohyalin (Waldeyer), einer chemisch noch unklaren Substanz, die man vermuthungsweise mit dem Verhornungsprocess in Zusammenhang bringt.

3. Dicht über dieser Lage setzt sich ein glänzender heller Saum, das Stratum lucidum (Ohl, Schron), von der Kornerschicht ab. Derselbe besteht aus stark abgeflachten, dicht geschichteten, glatt contourirten, meist schon kernlosen Zellen, zwischen welchen keine Spur von Kittleisten mehr erkennbar ist. Diese Verhaltnisse deuten darauf

hin, dass die Zellen unter hohem Druck von Seiten der Hornschicht und der unter ihnen befindlichen Schichten stehen. Ihr helles Aussehen ist bedingt durch das völlige Verschwinden der Keratohyalintropfen. Die verhornenden Zellen sind zu vollkommen harten und transparenten Schollen verklebt.

4. **Die Hornschicht oder das Stratum corneum** bedeckt in einer je nach der Hautregion wechselnd dicken Lage des Stratum lucidum und besteht aus geschichteten, völlig verhornten, flachen, schüppchenartigen Zellen, deren Kerne vertrocknet und deshalb selten sichtbar sind. Die Hornschicht bildet eine schützende Decke, deren oberflächlichste Zellen unter der stetigen Einwirkung mechanischer und atmosphärischer Einflüsse fortwährend zu Grunde gehen und abblättern. Diese oberflächlichste Lage abblätternder Zellen ist als

5. **todte Schicht oder das Stratum mortificatum** bekannt. Ihre Elemente bilden den grössten Theil des Striegelstaubes der Pferde und finden sich reichlich im Fettschweisse mancher Schafrassen.

Die im Stratum lucidum am innigsten gewordene Verbindung der Epidermiszellen beginnt sich somit schon in der Hornschicht etwas zu lockern und wird in der todten Schicht ganz lose.

Die Zellnatur, der die ganze Hornschicht aufbauenden, scheinbar kernlosen, flachen, glattrandigen Schüppchen lässt sich durch Behandlung mit starker Kali- oder Natronlauge leichter erhärten. Die Schüppchen quellen in diesen Reagentien unter Bildung von Hornkali auf und ihre Kerne werden wieder sichtbar.

Die ganze Hornschicht enthält, wie ihre Schwärzung in Osmiumsäure beweist, mehr oder weniger Fett. Nach vorheriger Alcoholbehandlung, bleibt durch Ausziehen des Fettes die erwähnte Schwarzfärbung aus. Auf der durch Fett klebrigen und durch Zellenabblätterung rauhen Oberfläche der Epidermis bleiben gerne Staub, Spaltpilze und ihre Sporen, Parasiteneier etc. hängen, ein Umstand, der den Werth sorgfältiger Hautpflege für die Gesundheit genügend beweist. Die Hornschicht ist für Flüssigkeiten, welche nicht chemisch auf ihr Gefüge wirken, impermeabel, gestattet aber Gasen und leicht sich verflüchtigenden Stoffen den Durchgang und ermöglicht den Gasaustausch bei der Hautathmung.

Pigment der Haut. Wanderzellen. Bei den meisten unserer Hausthiere, selbst bei den weissbehaarten, ist die Oberhaut und vielfach auch die Cutis (Lippen, Hodensack, Schweifspitze, Rüsselscheibe, Nasenspiegel, Flotzmaul) wechselnd stark diffus oder fleckig pigmentirt. Nur bei albinotischen Thieren ist die Haut völlig pigmentfrei. Der Farbstoff sitzt zum Theil in der Lederhaut, zum Theil in der Epidermis.

In der Lederhaut ist derselbe gebunden an die in wechselnder Menge vorhandenen Wanderzellen, welche sich vereinzelt oder in Gruppen finden. Meist bleibt der Kern der Zellen pigmentfrei, während der Zellenkörper mit braunen oder schwarzen Pigmentkörnern, Melanin, erfüllt ist. Die Form der Zellen ist eine ausserordentlich mannichfaltige.

Neben den pigmentirten Wanderzellen kann man noch unpigmentirte vom Character der Plasmazellen, Mastzellen, eosinophylen Zellen

und gewöhnlicher Leucocyten nachweisen (Schaf, Hund, Pferd, Schwein, Katze). Die Bedeutung derselben ist nicht genügend erkannt. Das Vorkommen der pigmentirten und farblosen Wanderzellen beschränkt sich nicht nur auf die Cutis, sondern es findet, da sie auch vielfach in die Epidermis einwandern, Vermischung von bindegewebigen (parablastischen) mit epithelialen (archiblastischen) Elementen statt, welche mir theilweise Ernährungszwecke zu haben scheint, denn die vielfachen in der Epidermis vorfindlichen Zerfallsformen von Wanderzellen machen es

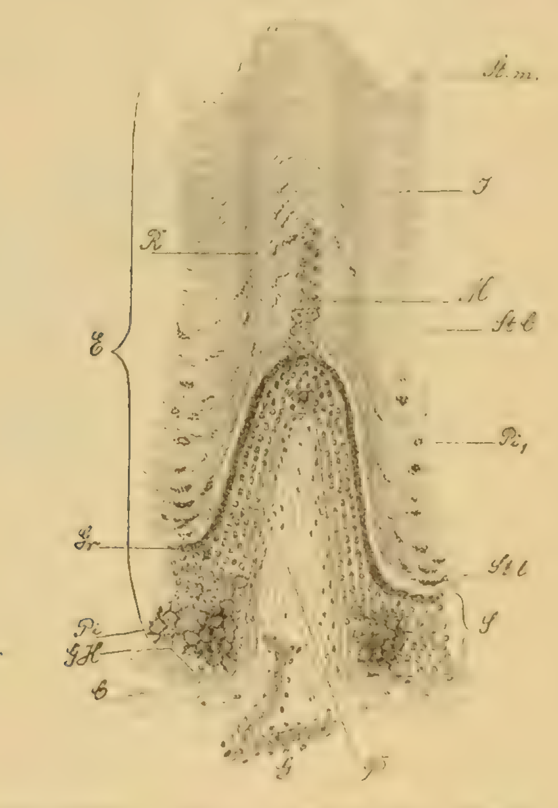


Fig. 236. Einfache Sohlenpapille vom Hund mit zugehöriger Epidermis. Vergr. ca. 200. *P* = Papille, *C* = Cutis, *GH* = Glashaut, *E* = Epidermis, *S* = Stachelzellenschicht, *Gr* = granulirte Schicht, *Stl* = Stratum lucidum, *Stc* = Stratum corneum, *Stm* = Stratum mortificatum, *R* = Rinden-, *M* = Mark-Schicht der suprapapillären Epidermis, *I* = interpapillare Epidermis, *Pi* = Pigment in der tiefsten Lage der Stachelzellenschicht *S*, Pi_1 = Pigmentkörnchengruppen in der Hornschicht.

wahrscheinlich, dass dieselben als geformtes Nahrmaterial gebraucht werden. Umgekehrt veranlassen sie bei gewissen pathologischen Processen massenhaft einwandernd die Destruction der krankhaft veränderten Epidermiszellen.

Zur Pigmentirung der Epidermis tragen zweifellos die melanotischen Wanderzellen bei. Ohne sie scheint es überhaupt keine pigmentirte Epidermis zu geben. Sie importiren das Pigment und lagern es, selbst zerfallend, sowohl inter- als extracellulär ab. Der Kern der Epidermis-

zellen bleibt stets pigmentfrei. Immer sind die tiefsten Zellen der Stachelzellenlage am intensivsten pigmentirt; je oberflächlicher sie liegen, um so mehr schwindet die Pigmentirung und spricht sich schliesslich nur noch in einer diffusen Färbung und einzelnen Pigmentkörnchen aus. Das Stratum mortificatum erscheint fast regelmässig völlig pigmentfrei.

Dieses Verschwinden des Pigmentes ist ebenso räthselhaft wie seine Herkunft. Nach allem bislang Beobachteten scheint die Haut (siehe auch Haarwechsel) ein pigmentzerstörendes Organ zu sein.

Entwicklung. Bezüglich der Entwickelung der Haut ist noch viel zu untersuchen. Die Epidermis stammt von der äusseren Keimschicht, dem Epiblast. Sie liefert als äusseres Keim- oder Hornblatt nachträglich alle Epidermidal- oder Horngebilde: Die Hörner, Hufe, Klauen, Krallen, Haare sowie die Drüsenzellen der Hautdrüsen. Ursprünglich nur aus der Cylinderzellenschicht und einer oder zwei darüberliegenden Schichten flacher polygonaler Zellen bestehend, wird sie erst später mehrfach geschichtet. Die Ausbildung ihrer oben geschilderten, scharf characterisirten Lagen fällt grossen Theils erst in's extrauterine Leben. Schon intrauterin findet nicht nur eine ziemlich ausgiebige Abschuppung von Epidermis, sondern bei vielen Thieren eine förmliche Häutung statt. Erstere bildet mit dem Secret der Hautdrüsen gemischt eine weisse, schmierige Masse, das namentlich in den tieferen Hautfalten deutliche Smegma embryonale oder die Fruchtschmiere. Letztere ist in einer Ablösung ganzer Hautfetzen (Katze, Rind, Schaf) oder Abstossung einer ganzen aus der oberflächlichen Epidermislage bestehenden Haut (Schwein, Pferd?), welche durch die aus der Haut hervorwachsenden Haare abgehoben wird und vor ihrer Ablösung wie ein zweites Amnion den Embryo einhüllt, gegeben. Von ihrer Lage über den hervorsprossenden Haaren stammt ihr Name Epitrichialschicht oder Epitrichium (Eschricht, Ibsen u. A.).

Die Cutis entstammt der mittleren Keimschicht, dem Mesoblast, speciell nach Bildung der Leibeshöhle dem parietalen Blatte derselben, der Hautfaserplatte. Diese liefert die bindegewebigen und musculösen Theile der Haut und ist zugleich die Trägerin der in letztere hineinwachsenden Nerven und Blutgefässe. Zuerst rein zellig, zeigt sie nach eingetretener Differenzirung in Cutis und Subcutis fibrillären Bau, während die Zellen mehr und mehr an Zahl abnehmen und in der Subcutis die Bildung von Fettträubchen Platz greift.

Die elastischen Fasern erscheinen relativ spät. An etwas älteren Embryonen des Schafes habe ich die allmähliche Pigmentirung der Haut durch melanotische Wanderzellen aufs Deutlichste verfolgen können.

Hufe, Klauen, Krallen, Hörner.

Allgemeines: Die Hufe, Klauen, Krallen, Hörner sind eminent entwickelte Epidermisbildungen. Sie werden durch eine ihnen als Matrix dienende Lederhaut auf ihrer Grundlage, den letzten Zehenphalangen oder den zapfenartigen Protuberzanzen des Stirnbeines, den Hornzapfen, befestigt. Entsprechend der Aufgabe die Hornhüllen zu befestigen und zu ernähren, zeigt die Lederhaut der genannten Regionen einen etwas modificirten, auf Oberflächenvergrösserung und Blutreichthum abzielenden Bau. Die vielfach verbreitete Meinung, dass die Hornmasse von der Matrix abgesondert, gleichsam ausgeschwitzt

werde, ist irrig. Die Lederhaut ist nur der Nährboden der Epidermis, die selbständig durch Vermehrung ihrer Zellen die verhornenden Massen liefert.

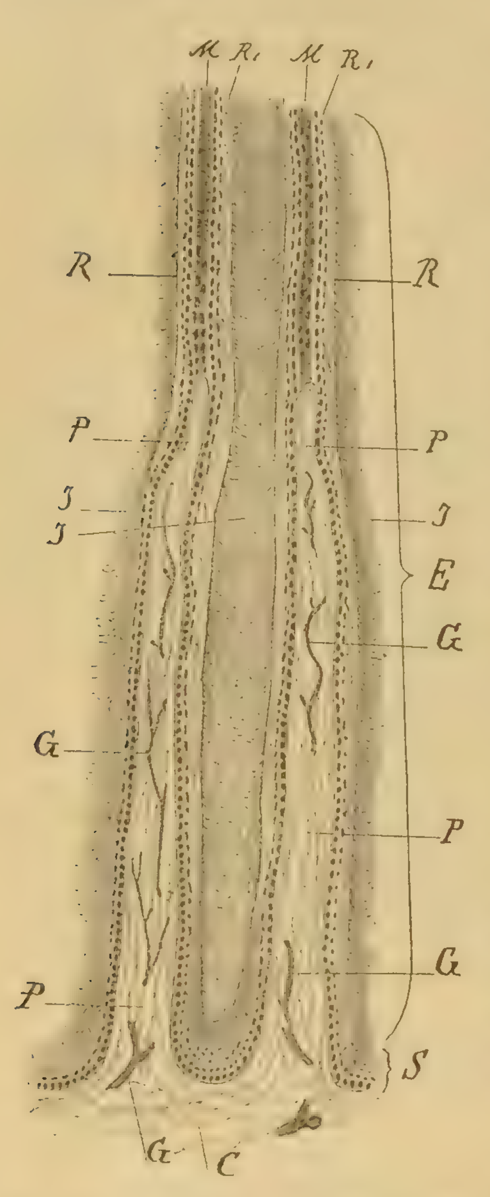


Fig. 237. Schema der Hornröhrchen. Verg. ca. 130. *C* = Cutis, *P* = Papillen, *G* = Gefässe, *E* = Epidermis, *S* = Stachel- und granulirte Schicht, *R* = Rindenschicht der suprapapillaren Epidermis, *M* = Markschicht derselben, *R* + *M* = Hornröhrchen oder Hornsäulchen mit verhornter Rindenoberfläche R_1, *I* = Interpapillare Epidermis, Zwischenhorn.

Soweit von Hornproduction gesprochen werden wird, soll damit nur die Abhängigkeit gewisser Epidermismassen in Form und Ernährung von bestimmten Lederhautparthieen gemeint sein.

Der histologische Aufbau der Lederhaut ist an den erwähnten Stellen im Allgemeinen der schon geschilderte. Vielfach vertritt dieselbe auch zugleich die Function einer Beinhaut. Die Subcutis fehlt entweder gänzlich oder ist nur an bestimmten Stellen vorhanden.

Vor allem ist der Papillarkörper entwickelt und meist etwas modificirt. Er besteht aus wechselnd langen, oft zottenartigen, einfachen oder zusammengesetzten Papillen, die an manchen Regionen mit ihrer Basis verschmolzen leisten- oder blättchenartige, papillengekrönte Cutisverdickungen, die Lederhautblättchen, bilden können. Wegen ihres durch grossen Gefässreichthum bedingten rothen Aussehens hat die Lederhaut vielfach den unpassenden Namen »Fleischhaut« (des Hufes, der Klauen, des Hornes etc.) erhalten.

Dem Bau der Lederhaut entsprechend ist auch die Epidermis modificirt gestaltet Die stets eminent entwickelte suprapapillare Epidermis hat über den grossen Papillen säulen- oder röhrenförmigen Bau. Sie bildet die oft sehr langen Hornsäulen oder Hornröhrchen, welche schon an anderen mit sehr langen Papillen ausgestatteten Cutisregionen in freilich noch rudimentärer Form zu erkennen

sind. (Sohlen- und Zehenballen des Hundes, Flotzmaul des Rindes. Siehe Fig. 236, Seite 392.)

Die der Papillenoberfläche aufsitzenden Epidermiszellen ordnen sich nämlich mit ihren Längsdurchmessern parallel der langen Axe der Papillen und bilden, hohlziegelförmig gebogen. concentrisch geschichtet und fest ineinander gepresst, eine Art Scheide um die Papille, welche sich durch steten Nachschub von der Papillenoberfläche her verlängert; ihre äusseren Zellen sind stets mehr oder weniger verhornt. Die der Papillenspitze aufsitzenden Stachelzellen werden durch diese Scheide vor Druck geschützt, sie bleiben eine Strecke weit saftig, wandeln sich dann aber zu homogenen, kernlosen Eiweissschollen um, die später fettig degeneriren können, und bilden einen innerhalb der suprapapillaren Epidermis verlaufenden Strang, der als axialer Theil oder »Mark« vom Rindentheil derselben zu unterscheiden ist. Beide zusammen bilden ein Hornsäulchen (Leisering).

Unter Schrumpfung und Lufteintritt können die netzartigen Ueberbleibsel der axialen Zellen eine federseelenartige Masse bilden, die oft nur noch spurweise vorhanden, die Bildung eines axialen Hohlraumes in den Säulchen veranlasst. Hierdurch wird das ursprüngliche Hornsäulchen zum Hornröhrchen (Gurlt).*)



Fig. 238. Schnitt durch die Zehenwand der 35 *mm* langen Rinderklaue nach Kundsin. Verg. ca 135. *fb* = Cutisblättchen, *hb* = interlaminare Epidermis oder Hornblättchen, *Kp* = Kappen oder supralaminare Epidermis. *grz* = granulirte Zellen, *zkpz* = die (verhornten) Zwischenkappenzellen, *HS* = Hornschicht der interlaminaren Epidermis.

Zwischen den Röhrchen und Säulchen ist die interpapillare Epidermis ebenfalls durchweg gewaltig entwickelt und verbindet, als sogenanntes Zwischenhorn sich wechselnd weit zwischen die Röhrchen und Säulchen vorschiebend, deren Gesammtheit zu einem Ganzen. Die Längsaxe der Zwischenhornzellen kreuzt sich mit der Längsaxe der Hornsäulchenzellen.

Zwischen den, zusammengesetzten Papillen entsprechenden, Lederhaut- oder Cutisblättchen bildet die interpapillare Epidermis ebenfalls blättchenartig einspringende Lamellen, die Hornblättchen oder interlaminare Epidermis. Ihr Axentheil entspricht der Hornschicht, ihr peripherer, an die Cutis angrenzender Theil den jüngeren Epidermis-

*) Diese Darlegung gilt für alle epidermidalen Abkömmlinge der allgemeinen Decke, z. B. die papillare Epidermis der Maulhöhle. An den grossen verhornten Papillen der Katzen oder Rindszunge findet man ebenfalls »Mark« und »Rinde«. Ein Schema des Aufbaues wiederholt sich in allen Papillarbildungen und ihren Epidermisscheiden, freilich in wechselnder Ausbildung.

lagen. Auf der Kante der Lederhautblättchen bilden die Epidermiszellen im Huf und den Klauen kappenartig geschichtet die »Kappen« (Kundsin) oder die supralaminare Epidermis. Je ausgebildeter die Lederhautblättchen um so ausgebildeter sind auch die Hornblättchen.

Durchweg kann man an der Epidermis, wenn auch in wechselnder Entwickelung, die schon geschilderten Schichten erkennen. Da sich jedoch die Epidermismassen vielfach durchschieben und durchwachsen, sind die Schichten auf Schnitten vielfach verschoben und unterbrochen.

Am Hufe des Pferdes unterscheidet man den Hornschuh und die Huflederhaut (Leisering).

An der Huflederhaut differenziren sich folgende Lagen (Möller):

1. Die tiefste oder periostale Lage aus horizontal und senkrecht zum Hufbein verlaufenden Bindegewebs- und elastischen Fasern mit eingestreuten Knorpelzellen (Bindegewebsknorpel) bestehende sonst zellenarme Schicht, welche namentlich an der Fleischwand, schwächer an der Fleischsohle entwickelt ist und am Fleischstrahle gänzlich fehlt.
2. Die mittlere oder Gefässschicht, ausgezeichnet durch reichliche, in ein Netz von elastischen Fasern und Bindegewebsfaserbündel eingebettete, mächtige Blutgefässe. Sie erreicht an der Krone und am Sohlenrand ihre stärkste, am Fleischstrahle ihre geringste Entwicklung.
3. Den Papillarkörper oder die oberflächlichste, durch modificirte Papillen und die Cutisblättchen characterisirte, aus dichterem und mehr homogenem Fasergefüge bestehende Lage, in welcher zahlreiche Wanderzellen vorkommen.
4. Eine mehr oder weniger entwickelte Subcutis befindet sich nur an einzelnen Regionen: unter der Fleischkrone, der ihr Vorhandensein eine gewisse Verschieblichkeit auf ihrer Unterlage verleiht; unter der Cutis der Wand, soweit sie die Hufbeinknorpel und die Strecksehne überzieht; in Gestalt des Strahlpolsters als theilweise Grundlage der Ballen. Die Subcutis ist durchweg derber als die der allgemeinen Decke und sehr reich an elastischen Faserbündeln. Im Strahlpolster findet sich zwischen den fibrösen und elastichen Faserzügen ein kleines, subcutanes Fettpolster.*)

Der Papillarkörper besteht an dem zur Kronenlederhaut gehörigen

a) Saum und an den Ballen aus zottenartigen leicht cannelirten Papillen, die kürzer sind als die des

*) Das Vorhandensein einer Subcutis, der Strahldrüsen und der im Strahl vorfindlichen characteristischen Nervenendigungen erhärtet die Homologie des Strahles mit dem Zehenballen der Fleischfresser. Auch bei den Spalthufern ist ein beträchtlich grösserer Theil der Sohle, als man bisher annahm, als Ballen von der sehr reducirten wirklichen Sohle zu trennen. Ich kann diese von Boas jüngst betonte Thatsache nur bestätigen.

b) Kronwulstes, die am Uebergang in die Wandlederhaut an Länge und Dicke abnehmen. Sie setzen sich in die seitliche Strahlfurche fort und gehen von der Mitte derselben ohne Unterbrechung in die Sohlenlederhaut über.

Die Kronenpapillen bilden, zum Theil reihenweise hinter und über einander stehend, die directe Fortsetzung der Cutisblättchen der Wand, indem sie zu 3—6 und mehr dem oberen Ende der Cutisblättchen aufsitzen. Am Zehentheil steigen die Papillenreihen gerade in die Höhe, an den Seiten- und Fersentheilen sind sie nach den Trachten zu gerichtet (Möller). Diese Papillen sind durch deutliche Längsleistchen, die bisweilen unter der Papillenspitze in zahlreichen kleinen Nebenpapillen enden (Piana, Kundsin), fein cannelirt und haben dann den Werth von zusammengesetzten Papillen.

Die Länge der Papillen beträgt 4—6 *mm*.

Die Wandlederhaut ist dünner als die des Kronwulstes. Sie schlägt zur Seite des Fleischstrahles auf die Sohlenfläche um und bildet



Fig. 239. Querschnitt durch den oberen Theil einer Kronenpapille des Pferdes. *p* = Papille, *rM* = Stachelschicht der Epidermis. Verg. 200. (Nach Kundsin.)

den Eckstrebentheil der Fleischsohle. Die ganze Oberfläche der Fleischwand trägt die als verwachsene Papillen aufzufassenden primären Cutisblättchen, welche durch tiefe Furchen von einander getrennt sind. Sie erreichen am Zehentheil ihre grösste Entwicklung und nehmen nach rückwarts an Länge und Breite ab. Auch der Eckstrebentheil trägt Blättchen.

Die Blattchen beginnen schmal am unteren Rande des Kronwulstes, resp. Eckstrebentheil desselben und enden nach allmählicher Höhenzunahme wieder sich verjüngend am Sohlenrande. Die Blättchen des Eckstrebentheiles verlieren sich, gegen die Eckstrebenspitze zu allmählich kürzer werdend, endlich ganz. Die Gesammtsumme der Blättchen beträgt etwa 600 (Leisering). Der freie Rand und die Seitenfläche eines Blättchens trägt etwa 110—120 kleine Neben- oder secundäre Blättchen, deren Anwesenheit dem Querschnitt eines primären Blättchens ein für das Pferdegeschlecht characteristisch gefiedertes Ansehen verleiht. Bei Flächen- oder Kantenbetrachtung erscheinen die primären Blättchen aus demselben Grunde cannelirt. Primäre und secundäre

Cutisblättchen zusammen sind als aus ihren Basen verschmolzene Papillenreihen oder riesige zusammengesetzte Papillen aufzufassen, die sich an ihren oberen und unteren Enden — primäre sowohl wie viele secundäre Blättchen — wieder in isolirte Papillen auflösen. Die Länge der in der Gegend des Sohlenrandes den Cutisblättchen aufsitzenden Papillen beträgt 4—5 *mm*, während die inneren, mehr sohlenwärts gelegenen Papillen kleiner werden. An der Umbeugungsstelle des Eckstrebentheils ist oft der ganze freie Rand der Blättchen mit Papillen besetzt. In der, in der Nähe des Tragrandes am Zehentheil der Wandlederhaut befindlichen, flachen Grube tragen die Cutisblättchen ebenfalls zahlreiche Papillen.

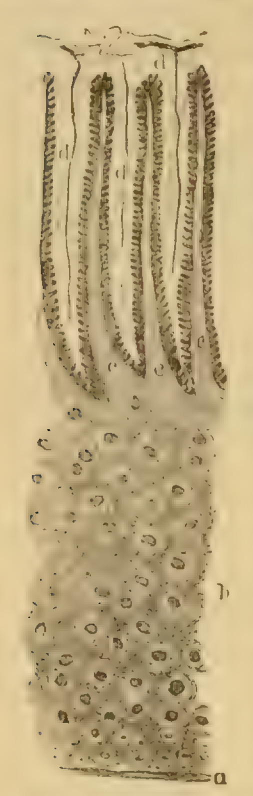


Fig. 240. Durchschnitt durch die Hornwand und Wandlederhaut eines frisch geborenen Fohlens. Verg. ca. 40. *a* = Glasur, *b* = Hornwand mit querdurchschnittenen Hornröhrchen (suprapapillare Epidermis), *cc* = Hornblättchen (interlaminare Epidermis), *dd* = Cutisblättchen.

Die Dicke der Cutisblättchen nimmt sohlenwärts ab, ihre secundären Blättchen verlieren sich, soweit sie nicht in Form einer Papille enden, indem sie ganz niedrig werden. Die Cutisblättchen der Zehe steigen gerade in die Höhe, die übrigen sind an ihrem oberen Ende gegen die Trachten geneigt.

Die dünne Sohlenlederhaut vertritt grossentheils zugleich das Periost des Hufbeines und trägt zahlreiche lange, schief gegen den Tragrand gerichtete, sehr entwickelte Papillen, von denen die mehr peripheren, dem Sohlenrande zunächst stehenden ähnlich den Kronenpapillen cannelirt sind, während die übrigen glatte Oberfläche besitzen (Kundsin). Aehnliche Beschaffenheit zeigt die Strahllederhaut, die ebenfalls auf der ganzen Oberfläche kleine Papillen trägt.

An dem epidermidalen Hornschuh sind zu unterscheiden: Hornwand, Hornsohle, und Hornstrahl.

1. Die Hornwand besteht:

a) aus der äusseren oder Deckschicht, die ihrerseits wieder in den Hornsaum oder das Saumband und die Glasur zerfällt.

Das Saumband des Hufes, eine feinstreifige, bandartig dünne Masse, besteht entsprechend dem papillaren Bau seiner Productionsstätte, der Saumcutis, aus unvollständig verhornten und deshalb weichen Hornröhrchen und ebenfalls unvollständig verhorntem Zwischenhorn. Das Saumband überzieht am erwachsenen Huf niemals die ganze Wand und hört nach abwärts mit ziemlich scharfer Grenze auf.

Die Glasur ist eine wechselnd entwickelte, aus parallel zur Krone gelagerten, wenig verhornten, abgeplatteten Zellen bestehende heruntergewachsene Schicht des Saumbandes, die sich nach abwärts ohne deut-

liche Grenze verliert. Beim neugeborenen Fohlen stets nachweisbar, ist dieselbe bei älteren Pferden nicht immer erhalten und fehlt stets an den Eckstreben. (Siehe auch Entwicklung des Hufes.)

b) Aus der Röhrchen- oder Schutzschicht, der durch faserigen Bau ausgezeichneten stärksten Schicht der Hornwand. Vom Kronwulst producirt, bildet sie nach abwärts den Tragrand und besteht aus Hornröhrchen (suprapapillarer Epidermis der Krone). In der Kronenrinne enthalten die Röhrchen die Papillen selbst, welche $2^1/_2$ bis $4^1/_2$ *mm* weit in ihre Lichtung hineinragen. Ueber den Papillenspitzen dagegen liegt in ihnen das Röhrchenmark. Den Papillargefässen entstammendes Blut oder dessen Reste findet man nur nach Quetschungen im Röhrchenmark.

Durch die Cannelirung der Kronenpapillen nimmt mit der Papillenoberfläche die Zahl der suprapapillaren Epidermiszellen und damit

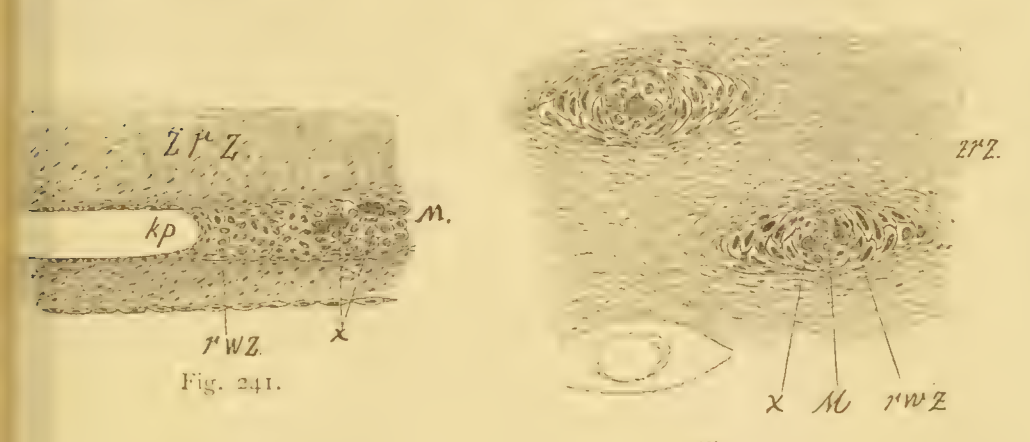


Fig. 241 und 242. Längs- und Querschnitt durch die Röhrchenwand vom 50 *mm* langen Hüfchens eines Pferdefötus (nach Kundsin). Vergr. ca. 200. *kp* = Kronenpapille, *rwz* = Röhrchenwandzellen, *M* = Röhrchenmark, *x* = degenerirende Zellen derselben, *zrz* = Zellen des Zwischenhornes.

natürlich die Dicke der Röhrchenrinde zu. Die inneren Röhrchenwandzellen sind stark abgeplattete, um die Röhrchenlichtung gebogene Plättchen, die äusseren, mehr polyedrisch geformten, sind nur durch ihre concentrische Schichtung um die Röhrchenlumina von den Zwischenhornzellen zu unterscheiden. Sie bilden in Querschnitten in ihrer Gesammtheit entweder weisse oder pigmentirte Ringe um die Röhrchenlichtungen.

Den secundären Papillenenden der zusammengesetzten Kronenpapillen entspricht je ein besonderes secundäres Röhrchen. Alle diese Röhrchen zusammen werden von den concentrisch angeordneten Zellen der auf der primären Papille sitzenden Epidermis umscheidet. Es liegen oft bis 18 centrale secundäre Röhrchen in einem solchen grossen primären Röhrchen.

Das Zwischenhorn — interpapillare Epidermis der Krone —

dieser ganzen Schicht ist stets mehr oder weniger pigmentirt und selbst an ganz weissen Hufen nicht völlig pigmentfrei, während die innere schwächere, aus unverhornten Zellen bestehende, an die Blattschicht grenzende Lage selbst bei schwarzen Hufen weiss bleibt und die Einfassung der weissen Linie bildet.

c) Aus der Blatt- oder Verbindungsschicht, der supralaminaren und interlaminaren, von der Wandlederhaut producirten Epidermis. Sie bildet die innere schwächere, in Form von Hornblättchen zwischen die Lederhautblättchen eingreifende, selbst an schwarzen Hufen unpigmentirte innere Schicht der Hornwand.

Die Hornblättchen füllen, im Allgemeinen von gleicher Form wie die Lederhautblättchen, die Zwischenräume zwischen letzteren aus und tragen feine secundäre Blättchen, welche ihnen auf dem Querschnitt ein ebenfalls gefiedertes Aussehen verleihen. Die Hornblättchen setzen sich auch noch auf die weisse Linie fort und finden sich überhaupt überall da, wo Lederhautblättchen vorkommen. Sie sind das Hauptverbindungsmittel zwischen der Cutis und der Röhrchenschicht. An den Eckstreben schwindet die Blattschicht viel früher als die Schutzschicht, welche mit der Schutzschicht der anderen Eckstrebe ein Continuum bildet.

Die secundären Hornblättchen nehmen in ihrem Verlaufe von oben nach unten an Stärke zu, die secundären Lederhautblättchen in demselben Grade ab. Die Hornblättchen bestehen mit Ausnahme ihrer obersten Enden aus centralen, flachen, verhornten Zellen und wandständiger Stachelzellenschicht. Zwischen beiden ist ein, aus stark abgeplatteten Zellen bestehendes Stratum lucidum und ein aus vereinzelten Zellen bestehendes Stratum granulosum sichtbar. Am besten ist letzteres an der äusseren Grenze der den freien Rändern der Lederhautblättchen aufliegenden Stachelzellenschicht entwickelt. Ueber der Kante der Lederhautblättchen bilden die Zellen der Stachelschicht eigenthümliche Kappen (Kundsin), die man als supralaminare Epidermis den Zwischenkappenzellen (Kundsin) oder dem peripheren Theil der interlaminaren Epidermis gegenüberstellen kann. (Fig. 243.)

Am oberen Wandtheil nimmt über den höchsten Blättchen die Zahl der nicht verhornten Zellen in den Hornblättchen rasch zu, die der verhornenden Zellen ab, die obersten Hornblättchenenden bestehen demnach aus unverhornter Epidermis.

Am Uebergang der Wandlederhaut in die Sohlenlederhaut fliessen die secundären Hornblättchen an ihren freien Rändern ineinander, dabei die Papillen der Nebenblättchen umfassend. Die primären Hornblättchen zeigen somit an ihren Seitenflächen keine secundären Blättchen mehr. Es ragen vielmehr in ihr verdicktes wandständiges Epithel die Papillen herein, mit welchen viele secundäre Lederhautblättchen enden. Nicht alle diese Papillen bilden Röhrchen, welche dann entsprechend der Kleinheit ihres Lumens auf Querschnitten stets nur undeutlich her-

vortreten. Deutlicher sind die von den Papillen der oberen Nebenblättchenenden producirten Hornröhrchen. Sie sind die innersten Röhrchen der Schutzschicht und verlieren sich, dachziegelförmig über den freien Rändern fast aller Lederhautblättchen angeordnet, nach unten.

Die Zahl der Kappenzellen ist auch am unteren Wandtheil nur gering. Die Kappen selbst sind, mit Ausnahme der in der Medianzone der Zehenwand gelegenen, durchweg von der Zehe zu den Trachten geneigt.



Fig. 243. Querschnitt durch die Blättchenschicht eines 50 *mm* langen Hüfchens aus dem unteren Theile der Zehenwand (nach Kundsin). Vergr. 200. Von den Hornblättchen ist nur die Basis, von den Lederhautblättchen nur der freie Rand gezeichnet.

r = Röhrchen der Schutzschicht, *kp* = Kappenzellen (supralaminare Epidermis), *zpz* = Zwischenkappenzellen (peripherer Theil der interlaminaren Epidermis), *fb* = Cutisblättchen, *sfb* = secundäre Cutisblättchen, *hb* = Hornblättchen (interlaminare Epidermis), *shb* = secundäre Hornblättchen.

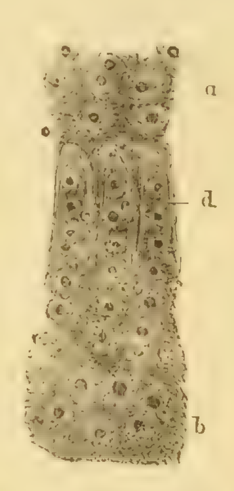


Fig. 244. Durchschnitt durch die weisse Linie eines frisch geborenen Fohlens. Vergr. 30. *a* = Innerer Theil der Schutzschicht, *d* = Hornblättchen, *b* = Hornsohle, *cc* = Zwischenblättchenhorn mit Röhrchen.

Die weisse Linie entspricht, soweit sie in der That als weisse Linie auf Wand und Eckstreben sichtbar ist, der weissen Abtheilung der Schutzschicht der Wand. Auf sie folgt nach innen erst die eigentliche weisse Linie von mehr gelblicher Farbe und grösserer Brüchigkeit. Diese gehört, von den Kappen und einfachen Hornblättchen ohne Nebenblättchen gebildet, zur Blattschicht. Die Zwischenräume der Hornblättchen sind mit gelblichem, jungem Horne, Zwischenblätt-

chenhorn (Leisering), ausgefüllt, das von den in der Nähe des Sohlenrandes an den Cutisblättchen befindlichen Papillen ernährt wird, und daher röhrenförmigen Bau besitzt. Seine Röhrchen unterscheiden sich nur durch ihre schiefere Richtung von den Röhrchen der Hornsohle.

2. Die Hornsohle trägt am nicht ausgewirkten Hufe ein starkes Stratum mortificatum in Gestalt kleinerer oder grösserer, platter, leicht ablösbarer Schollen. Sie ist am dicksten in der Nähe der Hornwand, am dünnsten in der Nähe der Strahlspitze und besteht durchweg aus Röhrchen und Zwischenhorn. Erstere verlaufen parallel der Hornwand. Die Verbindung der Hornsohle mit der Hornwand findet an der weissen Linie statt.

3. Der sehr elastische Hornstrahl (Sohlenballen) besteht aus nur unvollständig verhornten Röhrchen und Zwischenhorn; die ersteren verlaufen am Hahnenkamme wellig gebogen.

4. Im Sporn finden sich rudimentäre Röhrchen und Zwischenhorn auf papillöser Matrix,

5. die Kastanien zeigen denselben Aufbau.

Klauen.

Die Klauenlederhaut des Rindes zeigt im wesentlichen denselben anatomischen und histologischen Aufbau wie die Hufederhaut des Pferdes, doch tragen die sehr entwickelte, flache

1. Krone und der Saum glatte Papillen mit abgerundeter Oberfläche. Sie sind am unteren Theil der Krone durchwegs kleiner und stehen weniger dicht als weiter oben.

2. Die Wandlederhaut trägt durchweg einfache, nicht gefiederte Blättchen, welche niedrig am unteren Theil der Krone beginnen und in einiger Entfernung vom Tragrande am höchsten werden, um dann an Höhe und Dicke abzunehmen und mit nach auswärts gekehrter Convexität zu enden. Die Länge dieser Enden ist am Trachtentheil grösser als am Zehentheil; es sitzen ihnen hinter- und übereinander 5—15 kleine Papillen auf, die aber an manchen Blättchen auch völlig fehlen können (Kundsin).

3. Die sehr schmale Zone der Sohlenlederhaut trägt von unten nach vorn gerichtete Papillen mit zum vorderen Klauenende gebogenen Spitzen und kleine Furchen (Boas).

Der Klauenschuh des Rindes besitzt ein Saumband von wechselnder Ausbildung und in der Röhrchenschicht der Hornwand, entsprechend den kleinen zahlreichen am unteren Theil der Kronenlederhaut befindlichen Papillen, an den inneren Parthieen des von der Krone stammenden Hornes eine grosse Zahl von Zwischenröhrchen. Zellen und Röhrchen sind klein und undeutlich; es lassen sich die Röhrchenrindenzellen kaum von den Zellen des Zwischenhornes unterscheiden. Auf Querschnitten markiren oft nur wenige degenerirende Markzellen das Dasein eines Röhrchens. Nach aussen nehmen die Röhr-

hen an Grösse zu und werden deutlicher. Die grössten und deutlichten Röhrchen findet man in den äusseren Parthieen der Hornwand.

Die Blattschicht nimmt ebenfalls von oben nach unten an Stärke u. Ihre Blättchen sind glatt, ihr histologischer Aufbau verhält sich wie beim Pferd. Gegen die Basis der Hornblättchen nehmen die nicht verhornten Plattenzellen an Grösse zu und gehen, mehr polyedrische Formen annehmend, nach oben und aussen in die ebenfalls nicht verhornte interpapillare Epidermis der Krone über.



Fig. 245. Schräger Längsschnitt durch ein Hornblättchen in der Nähe der Basis desselben. Beginn der Verhornung (nach Kundsin). Vergr. 200. *kp* = Kappen, *hz* = Hornzellen, *grz* = granulirte Zellen, *hb* = Hornblättchen, *fb* = Cutisblättchen.

Von der Krone zur Sohle hin nimmt der verhornte centrale Theil der Hornblättchen an Stärke zu, während die Dicke der Cutisblättchen abnimmt.

Die am oberen Wandtheile nur schwache Kappenschicht nimmt nach unten bedeutend an Dicke zu. Die Kappen sind am höchsten am Uebergang der Wand in die Sohle. Auf der Schnittfläche tritt die Kappenschicht am unteren Theile der Wand durch hellere Färbung ziemlich deutlich hervor und ist gegen die äussere Schicht des Wandhorns durch eine schmale, milchweisse, von den äusseren Kappenenden gebildete Linie abgegrenzt.

Die zwischen den Kappen gelegenen Hornstreifen sind die Fortsetzung der Hornblättchen. Ihre stark abgeplatteten Zellen werden nach aussen mehr polyedrisch und gehen wie die Kappenzellen selbst in die von der Krone stammende Epidermis über. Die Stellung der Kappen ist bei Schaf und Rind dieselbe wie beim Pferd.

In der Hornsohle finden sich deutliche Röhrchen mit drehrunder Lichtung.

Die Schafklaue zeigt etwas abweichende Structur durch die jederzeits an der Grenze zwischen Zehentheil und den entsprechenden Seitentheilen am stärksten ausgesprochene Krone. Die ihr entsprechende Parthie der Hornwand ist demgemäss stärker als am Zehentheil. Im Wandhorn finden sich Röhrchen, welche, nach innen deutlich auf der Schnittfläche hervortretend, mit grossem Querdurchmesser und rundem Lumen den Papillen an den oberen Lederhautblättchenenden entsprechen. Die mehr nach aussen gelegenen Röhrchen verhalten sich wie beim Rinde. Die von den inneren Röhrchen gebildete Hornschicht ist am stärksten an den lateralen Seiten- und Trachtentheilen, bedeutend dünner an der medialen Klauenseite. Am Zehentheil fehlt sie ganz.

Die Kappenstärke ist geringer wie beim Rinde. Die meisten

der glatten Cutisblättchen zeigen einen oberen und unteren abgerundeten freien Rand. Die dem oberen Rande aufsitzenden Papillen sind grösser wie beim Rinde. Die Röhrchen der inneren Schicht der weissen Linie treten in Folge dessen deutlich hervor, während die äussere Schicht der weissen Linie entsprechend der geringeren Stärke der Kappenschicht schmäler als beim Rinde ist.

Die Hornsohle des Schafes ist gänzlich durch die stark entwickelten Ballen verdrängt (Boas).

Beim Schweine liegen die Verhältnisse ähnlich wie beim Rinde, die Sohle ist rudimentär.

Die Afterklauen verhalten sich stets mehr oder weniger den Klauen ähnlich.

Die Krallen

der Fleischfresser sind seitlich comprimirte und ventral gekrümmte Hornhülsen mit hackigen Spitzen.

Beim Hunde reicht die allgemeine Decke bis zum Knochenfalze der 3. Phalanx, verliert hier ihre Haare und schlägt sich in den Falz hinein, mit welchem sie innig verwächst. Sie überzieht dann den eigentlichen Körper des Krallengliedes und bildet die Krallenlederhaut, welche durchweg einer Subcutis entbehrt und, innig mit dem Perioste verbunden, den Knochen überzieht. An ihr sind zu unterscheiden:

a) Die Kronenlederhaut (eigentliche Matrix der Kralle Siedamgrotzky's, Fleischkrone Franck) beginnt am Grunde des Knochenfalzes als Fortsetzung der allgemeinen Decke und trägt eine ringförmige Zone von kleineren Papillen, die nach den unteren Seitentheilen zu an Ausdehnung abnimmt, indem dort die Papillen nur vereinzelt stehen, während sie zu beiden Seiten in 2—3facher, am Rücken sogar in 4facher Reihe, und vereinzelt noch in einiger Entfernung von der Krallenwurzel stehen. Die Gesammtsumme der Papillen beträgt nach Siedamgrotzky ca. 150—200. Je weiter nach vorn, um so spitzer biegen sie im Niveau der Kralle um.

b) Die Wandlederhaut (Krallenbett Siedamgrotzky, Fleischwand Franck) liegt in zwei Theilen zur Seite und am Rücken der Phalanx. Von der Grenze der Krone her unmerklich beginnend geht sie nach unten und vorn in die Sohlencutis über. Die Wandlederhaut trägt kleine, rudimentäre Cutisblättchen, die, parallel der convexen Krallenkrümmung verlaufend, sich nahe der Sohle in kleine Papillen auflösen. Auf dem Rücken der Wandlederhaut findet sich ein kegelförmiger Wulst mit distaler Spitze, der Rückenwulst (Siedamgrotzky), den ich als ein, durch eine schmale Commissur mit der übrigen Lederhaut verbundenes, riesiges Cutisblättchen (bei der Katze mit knöcherner Grundlage) auffasse.

c) Die Sohlenlederhaut (Matrix der Sohle, Siedamgrotzky, Fleischsohle, Franck) liegt nach unten und vorn und trägt an ihrer Oberfläche auf 1 *mm* ca. 50 Papillen (Siedamgrotzky), die hinten am grössten sich nach vorn verkürzen und sich in spitzem Winkel zur

Lederhaut neigen. An der Spitze der Phalanx bildet die Lederhaut faltenartige, seitlich comprimirte Erhöhungen, die sich in Zotten auflösen.

Von der Hornkralle ist die von der Kronen- und Wandlederhaut producirte Krallenwand (Franck), Krallenplatte (Siedamgrotzky) der grösste Theil in Gestalt einer in der Mittellinie gekrümmten, hinten breiteren, nach vorn sich hackenförmig verjüngenden Hornplatte mit beim Hunde meist stark abgenützter Spitze. Ihre äussere Fläche ist glatt, die innere bildet den Abguss der Kronen- und Wandlederhaut mit dem Rückenwulste. Ihr hinterer Rand ist im Knochenfalze verborgen, die beiden unteren Ränder bilden geschweifte, gegen die Spitze convergirende Kanten. Am hinteren Ende dünn, nimmt der Rückentheil (dem Zehentheil der Hufwand entsprechend) an Stärke zu, namentlich in den Einschnürungen zu beiden Seiten des Rückenwulstes.

Die Stachelschicht ist dünn, nur im Gebiet der Kronenpapillen undeutlich, sonst sehr deutlich gegen die Hornschicht abgegrenzt und erreicht ihre grösste Dicke in den seitlichen Einschnürungen des Rückenwulstes. Die Hornschicht ist dicht geschichtet, fast homogen. Ihre flachen Zellen stehen mit der Längsachse parallel der Krallenfläche. Um den Rückenwulst bilden die Zellen, concentrisch geschichtet, einen förmlichen, an seiner unteren Seite geschlitzten Hohlkegel.

Fig. 246. Ausgeschichtete Hundkralle in der Medianebene durchschnitten von innen. Vergr. 3. (Nach Siedamgrotzky.) a^1 = Krone, *a* und *b* = Krallenwand, *c* = innere Sohlenfläche mit den Oeffnungen für die Papillen der Sohlenlederhaut, *d* = Hornsohle.

Das den Krallenfalz von oben auskleidende Corium producirt eine dünne, nicht pigmentirte Hornschicht, welche die Krallenwand überzieht, das Saumband der Kralle. Locker geschichtet und wenig widerstandsfähig nützt es sich rasch ab. Je nach dem Bau der zugehörigen Lederhautregion kann man in der Krallenwand Hornröhrchen, rudimentäre Hornblättchen und Zwischenhorn nachweisen. Letzteres überwiegt an Masse beträchtlich.

Die Hornsohle schliesst die Krallenwand, sich zwischen ihre beiden Ränder einschiebend, von unten ab. Da die Verhornung unregelmässig zwischen die Papillen der Sohlenlederhaut einspringt, ist keine deutliche Abgrenzung zwischen Horn- und Stachelschicht gegeben. Das Sohlenhorn hat einen schwachröhrigen Bau. Seine Oberfläche ist brüchig und bröckelt leicht ab (Stratum mortificatum).

Bei der Kralle der Katze beziehen sich alle Abänderungen auf grössere Widerstandsfähigkeit namentlich des Rückentheils. Der Krallenfalz ist tiefer, der seitlich comprimirte Körper stärker gekrümmt, mit kleinem, dem Rückenwulst als Grundlage dienenden Knochenkegel.

Die Kronenlederhaut trägt im Grunde des Knochenfalzes keine Papillen, dafür aber besitzt die Wandlederhaut einen sehr entwickelten Rückenwulst, der nur noch durch eine ganz kleine Commissur mit der übrigen Lederhaut verbunden ist, sonstige leistenartige Erhöhungen fehlen. Die ganze Wandlederhaut tritt in Folge der Kürze des Phalangenkörpers zurück.

Die Sohlenlederhaut trägt im Allgemeinen senkrecht stehende Papillen.

Das Corium zwischen Falz und Kralle ist schwach, papillenlos.

Die Hornkralle ist stärker gekrümmt als beim Hunde, stark seitlich comprimirt mit dickem Rückentheil und scharfer Spitze. Im Sohlenhorn fehlt entsprechend der Kleinheit des Papillarkörpers der röhrige Bau. Das Saumband ist schwach.

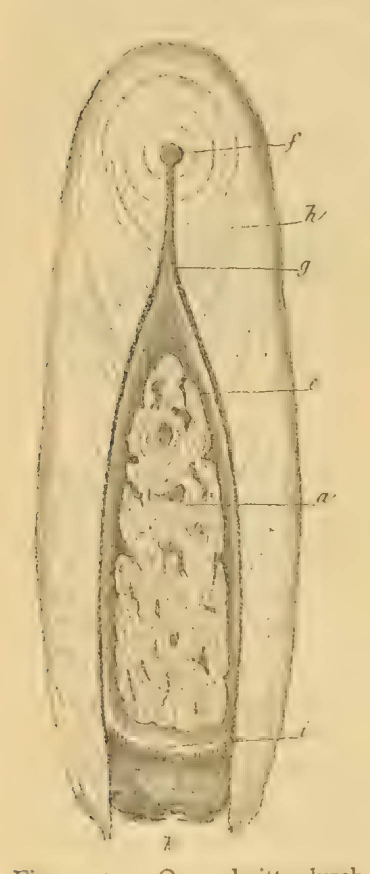


Fig. 247. Querschnitt durch die Katzenkralle nahe dem Ende des Rückenwulstes. (Nach Siedamgrotzky.) a = Körper der Phalanx, e = Wandlederhaut, f = Rückenwulst, g = Stachelschicht der Krallenwand, h = Hornschicht der Krallenwand, i = Sohlenlederhaut, k = Hornsohle.

Wachsthum der Hufe, Klauen, Krallen.

Die Hornwand der Hufe und Klauen wächst (Leisering, Kundsin) in der Weise, dass die Röhrchenschicht durch von der Krone nachrückende Zellen nach unten geschoben wird. Die Blattschicht wächst von innen nach aussen. Die Zellen der Hornblättchen drängen sich beim Hufe zwischen die Hornröhrchen der weissen Schicht und werden von diesen mit nach abwärts gezogen, indem die Röhrchenabstände sich nach unten vergrössern. Bei der Rinderklaue rücken diese Zellen nur zum geringsten Theil zwischen die inneren Röhrchen, zum grössten Theil drängen sie die Röhrchenschicht des Wandhornes nach aussen, wobei sie theilweise von derselben nach unten gezogen werden. Die innere Schicht des Wandhornes nimmt hierdurch nach unten continuirlich an Stärke zu, während die Röhrchenschicht immer weiter von der Fleischwand nach aussen gedrängt wird. Bei den Schafklauen verhält sich die Sache am Zehentheil wie beim Rind; an den Seiten und Trachtentheilen namentlich der lateralen Seite, ähnlich wie beim Hufe. Von den Interpapillarräumen und der Papillenoberfläche der unteren Lederhautblättchenenden rücken die Hornzellen wie an der Krone und Sohle nach unten. Hierdurch, sowie durch den bogenförmigen Uebergang der Lederhautblättchen in die Sohlenlederhaut, erlangt die ganze innere Schicht des Wandhornes am unteren Theil der Lederhaut die ausschliessliche Richtung nach unten, rückt in ihrer ganzen Stärke bis zum Tragrande vor und bildet die weisse Linie. Das Sohlenwachsthum findet von den Rändern gegen die Mitte zu statt

Die an der Wurzel dünne, am Rückentheile etwas verdickte Krallenwand, bekommt, während sie weiter vorgeschoben wird, einen geringen Zuwachs von den oberen Seitentheilen, einen etwas stärkeren vom Rückenwulste her (Siedamgrotzky). Es wird die ganze Innenfläche des den Rückenwulst umhüllenden Theiles bis auf einen feinen mittleren Spalt ausgefüllt und der Rückentheil der Kralle beträchtlich verstärkt. Der die rudimentären Blättchen tragende Theil der Lederhaut betheiligt sich nicht an der Verdickung der Hornkralle. Ebensowenig erhält die Kralle mit Ausnahme des unpigmentirten Hornsaumes von aussen her eine Verstärkung. An der Krallenwurzel sind die Zellen einmal durch starke Production und durch die entgegenstehende Cutis, resp. die Lamelle des Knochenfalzes abgeplattet und in der Richtung nach vorn gestreckt. Die Krümmung der Kralle ist auf die stärkere Epidermisproduction am Rückentheil, ihre Form auf die Abnutzung zurückzuführen, welche an den Seitentheilen resp. an der Spitze am grössten ist.

Entwicklung der Hufe und Klauen.

Im ersten Monate der Embryonalentwicklung findet man an den runden Extremitätenenden des Pferdes eine Epidermisverdickung (Dominik, Möller, Kundsin), an welcher die Anlage der Krone, der Eckstreben und des Strahles gegen Ende des zweiten Monats Hufform bedingt. Um diese Zeit zeigt die, die Hornwand bildende Epidermis schon ihre Differenzirung in die einzelnen Schichten, im Gegensatz zur 2—3 schichtigen Epidermis der übrigen Extremität. Am 18—20 *mm* langen Hüfchen sind die primären Cutisblättchen, wenn auch noch nicht in ihrer definitiven Zahl, angelegt. Sie treten zuerst am oberen Theil der Zehenwand in einiger Entfernung von der Krone auf und wachsen nach oben und unten. Beim 20 *mm* langen Hüfchen findet man schon secundäre Blättchen, die Kronenpapillen entstehen. An der Sohle beginnt die Bildung der Strahlpapillen am 10 *mm* langen Hüfchen am hinteren Theil des Strahles, am vorderen Theile fehlen sie noch. Die Sohlenpapillen legen sich von den Rändern der Sohle zur Mitte fortschreitend an. Zwischen den schon angelegten Papillen entstehen während der ganzen Embryonalzeit noch fortwährend neue. Die Papillenbildung an der Sohle schliesst ab, indem die vom Zehentheile, dem Eckstrebentheile, der Krone und dem Strahle gebildeten Papillen schliesslich confluiren.

Am 18 *mm* langen Hüfchen treten die Saumbandleiste und die noch wenig ausgesprochenen Ballen auf; zugleich verdickt sich auf diesen Theilen die Epidermis. Ihre äussersten Zellen sind in Ablosung begriffen und bilden eine der Epitrichialschicht (siehe Haare) homologe, abschiefernde Membran, das Eponychium der Wand (Bonnet). An Sohle und Strahl wird mit zunehmender Papillenbildung das Epithel ebenfalls stärker, die von demselben fast völlig verwischten Strahlfurchen sind äusserlich kaum sichtbar. Das Hüfchen besitzt jetzt Kegelform, welche es bis zur Geburt beibehält. Die Basis des Hufkegels wird durch die obere Parthie des Kronrandes und des Strahles, die Spitze durch die starke, weiche, gelbliche Epithellage der Sohle, das Eponychium der Sohle (Bonnet) gebildet. Letzteres hängt ursprünglich mit dem Eponychium der Wand zusammen. Beide bilden somit vorübergehend einen, den ganzen Huf überziehenden Epidermismantel. Allmahlich aber wird durch das Längenwachsthum des Hufes das dünne Eponychium der Wand gesprengt, blättert ab und restirt nach der Geburt noch in Gestalt des Saumbandes, während das Eponychium der Sohle bis zur Geburt bestehen bleibt. Beim 18 *mm* langen Hüfchen findet sich am vorderen Sohlen- und den hinteren Strahltheilen die erste Röhrchenanlage. Im Wandhorn treten erst beim 20 *mm* langen Hüfchen im obersten Theile Röhrchen auf und es legen sich durch gegenseitiges Ineinandergreifen von Epidermis- und Cutisleiste, im mittleren Drittel der Zehenwand

die Hornblättchen an; sie hören nach oben und unten noch in wechselnder Entfernung von Krone und Sohle auf, wachsen aber in beiden Richtungen weiter. (Bildung der provisorischen Hornwand, Kundsin.) Die Verhornung beginnt am Zehentheil und wandelt, allmählich in Röhrchen- und Zwischenhorn weitergreifend, die ganze weiche, provisorische Hornwand in die definitive härtere Hornwand (Röhrchenschicht der Wand) um. Die innere Schicht der provisorischen Wand verhornt ebenfalls und bildet die innere (weisse Schicht) der definitiven Wand. An den Hornblättchen geht die Verhornung von der Basis gegen die Kante zu. Die Verhornung der Sohle und des Strahles erfolgt erst kurz vor der Geburt. Durch Vertrocknen und Abfallen des weichen Eponychiums der Sohle nach der Geburt (locale postembryonale Häutung) ist die definitive Hufform gegeben.

Die Entwicklung der Schaf- und Rinderklauen ist im Ganzen dieselbe. Durch Hervorsprossen der Klauenanlagen, durch gegenseitige Abgrenzung von Sohle, Wand und Ballen, sowie durch das Auftreten der Fleischkrone erhält das ursprünglich rundliche Extremitätenende Klauenform. Die Epidermis ist am stärksten an den Klauenspitzen angehäuft. Die Anlage der Blättchen wird schon an der 2—2½ *mm* langen Klaue sichtbar und tritt zuerst an den Seitentheilen der Wand auf (Kundsin). Auch die Saumbandrinne erscheint früher als beim Pferde bei 6—8 *mm* langen Klauen. Die Ballen modelliren sich schärfer als beim Pferde. Die Papillenbildung an der Sohle vollzieht sich wie beim Pferde; an der Sohle markirt sich früh die Grenze zwischen der Hornschicht und den tieferen Schichten. An der Wand tritt diese Grenze zuerst am mittleren Theile auf. Das Eponychium der Wand ist bei 18—20 *mm* langen Klauen deutlich. Die Verhornung beginnt am oberen Theil der Wand am Uebergang in die Krone und schreitet von oben nach unten zu fort. Mit Beginn der Verhornung erreicht die Klaue ihre definitive Form dadurch, dass an der bis dahin rinnenförmig eingebuchteten Wand die Rinne gegen die Klauenspitze zu rückt und schliesslich verschwindet.

Die Kronenpapillen legen sich an der Rinderklaue viel später an als beim Hufe (Klauen von 34—38 *mm* Länge). Die Röhrchen markiren sich zuerst noch nicht verhornt bei 38 *mm* langen Klauen ober- und unterhalb des unteren Kronrandes. Beim Schafe treten die Röhrchen schon in 15 *mm* langen Klauen auf. An der Sohle beginnt die Verhornung bei 44 resp. 24 *mm* langen Klauen am vorderen Theil. Auch hier bildet sich ein gut entwickeltes, aber im Gegensatz zum Pferd schon vor der Geburt verschwindendes Eponychium der Sohle.

Die Entwickelung der Schweineklaue scheint sich wenig von der des Schafes zu unterscheiden. Das Eponychium der Sohle ist sehr beträchtlich entwickelt, gegen die Wandfläche zu nach aufwärts gekrümmt. Die Bildung der Krallen ist nur ungenügend untersucht.

Hörner.

Entwicklung. Hornbildung findet erst nach der Geburt statt. Sie leitet sich, nachdem schon beim Embryo ein gefässreicher Punkt, mit welchem die Haut fester als in der Umgebung zusammenhängt, die entsprechenden Stellen markirte, durch eine schwielenartige Verdickung der Haut ein, während vom stärker werdenden Periost aus gesteigerte Knochenbildung sehr bald eine kleine fühlbare Erhabenheit am Stirnbeine producirt. Das fest an letzterer angeheftete Corium verdickt sich, während gleichzeitig die im Wirbel angelegten Haare sparsamer werden.

Die Cutispapillen verlängern sich. Die durch die zunehmende Papillenbildung besser ernährte Epidermis, deren äusserste Schicht aus lockeren, sich abbröckelnden, noch von einigen spärlichen Haaren durchsetzten Massen, dem Epikeras (hom[illegible]

dem Eponychium der Wand- und Sohlenhaut) besteht, nimmt an Dicke mehr und mehr zu. Im Gegensatze zu dieser Zunahme des Coriums und der Epidermis, welche sich schon stumpf kegelförmig erheben, folgt die Entwicklung des Knochenzapfens nur langsam. Die ganze Hornanlage bleibt somit eine Zeit lang verschieblich und beweglich und das Bestimmende für ihre Gestaltung, resp. den Ort ihres Auftretens ist zunächst in localen Besonderheiten der Haut zu suchen. Das Stratum corneum transformirt sich bald zu einem der Cutiserhebung aufsitzenden, hornigen Hohlkegel, der durch weitere Ausbildung mehr und mehr abgehoben wird. Mit dem Weiterwachsen des Hornes wird auch hier das Epikeras durchrissen. Ein Theil restirt als Saumband des Hornes, das äusserste kegelförmige, seiner Bildung nach älteste und wegen seiner Ernährung von gering entwickelten Papillen aus nur lockere und unter der Zugwirkung der zunehmenden Oberfläche rissig werdende Hornkäppchen (Epikeras der Spitze), verleiht dem jungen Horne ein rauhes, unebenes Aussehen und ist auch nach Einreissen des Epikeras noch längere oder kürzere Zeit an der Hornspitze des entwickelteren Hornes sichtbar. Erst nach seinem Verlust — einer Art localer Häutung — erhält das Horn eine glattere Oberfläche und besitzt ein festeres Gefüge. Der bisher in seiner Entwicklung zurückgebliebene Hornzapfen wächst nun nach und nach energisch nach und erfüllt beim nahezu ausgewachsenen Thier den hornigen Hohlkegel, bis auf die relativ dünne, zwischen beiden liegende Hornlederhaut. Die auch noch am erwachsenen Thiere stattfindende Zunahme des Knochens auf Kosten der Lederhaut veranlasst deren bedeutende Reduction bei ganz alten Thieren, bei welchen sie nur noch eine ganz schwache Lage bildet (Siedamgrotzky).

Auch bei erwachsenen Thieren finden sich verschiedene Stufen der Hornentwicklung. So giebt es Hörner ohne Knochenzapfen an ihrem gewöhnlichen Standorte, dem Stirnbeine, bei manchen domesticirten Wiederkäuerrassen (z. B. beim nordischen kurzschwänzigen Schafe). Sie bilden den Uebergang von den gehörnten zu den hornlosen Rassen. Auch als Hauthörner kommen Hörner ohne Knochenzapfen beim Menschen, den Säugethieren und den Vögeln an den verschiedensten Körperstellen vor.

Bau. An dem knöchernen Hornzapfen unterscheidet man die Basis oder Wurzel, den Körper und die Spitze. Die Substanz des Hornzapfens ist bei jüngeren Thieren und an der Spitze poröser und blutreicher als bei alten; sie hat als Ausbuchtung der Stirnhöhle die Structur schwammiger Knochen mit wechselnd grossen Markräumen. Ihre Innenfläche ist mit Schleimhaut ausgekleidet, welche aus einer periostalen zellenreicheren und einer mehr fibrösen Schicht vom Bau der Nasenschleimhaut besteht. Bei älteren Thieren nimmt die Dicke der Schleimhaut ab, letztere functionirt zugleich als Endost.

Aeusserlich überzieht den Knochenzapfen das Periost und die Hornlederhaut. An der Wurzel, durch eine eingeschobene oft fettzellenhaltige Subcutislage leicht trennbar, verschmelzen beide, indem ihre meist in der Längsachse des Hornes verlaufenden Fibrillenbündel in einander übergehen, im weiteren Verlaufe untrennbar. Die innere Lederhautfläche ist durch ein- und austretende Gefässe fest mit der rauhen Knochenoberfläche verbunden. Die äussere besitzt einen aus schlanken, fadenförmigen Papillen oder faltenartigen, papillenbesetzten Leisten (rudimentären Lederhautblättchen) bestehenden, modificirten Papillarkörper.

Die Papillen erreichen, eine Art Krone bildend, ihre grösste Entwicklung um die Hornwurzel, nehmen an den Seitentheilen an Länge und Menge ab, gegen die Spitze an Zahl wieder zu. Ihre Richtung ist bei jungen Thieren und an glatten Hörnern an der Wurzel ziemlich senkrecht zur Längsachse des Hornes, zu welcher sie sich spitzenwarts mehr parallel richten. An der Spitze liegen die Papillen in der Richtung des Hornes selbst. Es kommen vielfach schwach gekrümmte oder winkelig gebogene Papillen vor.

Die Hornscheide besteht aus den bekannten Epidermisschichten, welche an der Wurzel in die der allgemeinen Decke übergehen. Die granulirte Schicht ist sehr dick. Beim Schafe und der Ziege greift die Ver-

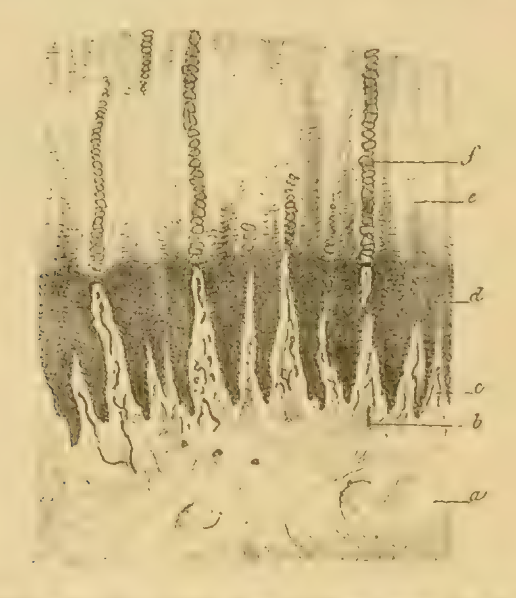


Fig. 248. Längsschnitt aus der Spitze eines Hornes vom 3 Monate alten Kalbe an der Grenze zwischen Lederhaut und Hornscheide. Vergr. 30. (Nach Siedamgrotzky.) *a* = Hornlederhaut, *b* = Gefässe derselben, *c* = Papillen, *d* = Körner- und Stachelschicht, *e* = Hornschicht, *f* = Markcylinder.

hornung mehr oder minder scharf zackenartig in die interpapillare Epidermis ein — beim Schafe oft bis zur halben Papillenlänge. Es entsteht hierdurch eine gezackte Grenzlinie der Verhornung. Beim Rinde fällt letztere mit den Papillenenden so ziemlich zusammen und verläuft grade (Siedamgrotzky). Die Dicke der Stachel- und Körnerschicht deckt sich mit der Papillenlänge, nimmt aber naturlich bei schiefer Lage der letzteren entsprechend ab. Ebenso wechselt die Stärke der Stachel-Körnerschicht an einem und demselben Horne nach der Stärke des Hornwachsthums und ist demnach an dem convexen Rande dicker, als am concaven.

Das dem Saumband des Hufes, der Klauen und Krallen, homologe Saumband des Hornes (Epikeras der Hornkrone, Bonnet) wird von der mit Papillen versehenen Cutis in der Umgebung der Hornwurzel

producirt und besteht aus einer einfachen, wagerecht geschichteten Lage, von nur wenig über die Hornwurzel heraufreichenden, leicht abblätternden Hornzellen. Einen bei allen Hörnern gleichheitlichen Bau zeigt der centrale Theil des Hornkegels, der an der Spitze entsprechend dem papillären Bau seiner Matrix aus mark- oder lufthaltigen Hornröhrchen (suprapapillarer Epidermis) besteht.

Das Mark verhält sich wie im Hufe, ist aber mitunter durch eingeschobene Hornzellen unterbrochen (Siedamgrotzky).

Bei locker geschichteten Hörnern, namentlich beim Schaf, ist die Entwicklung der Markzellen bedeutend und es finden sich solche auch im interpapillaren Horn. In der Hornspitze ist das Röhrchenmark

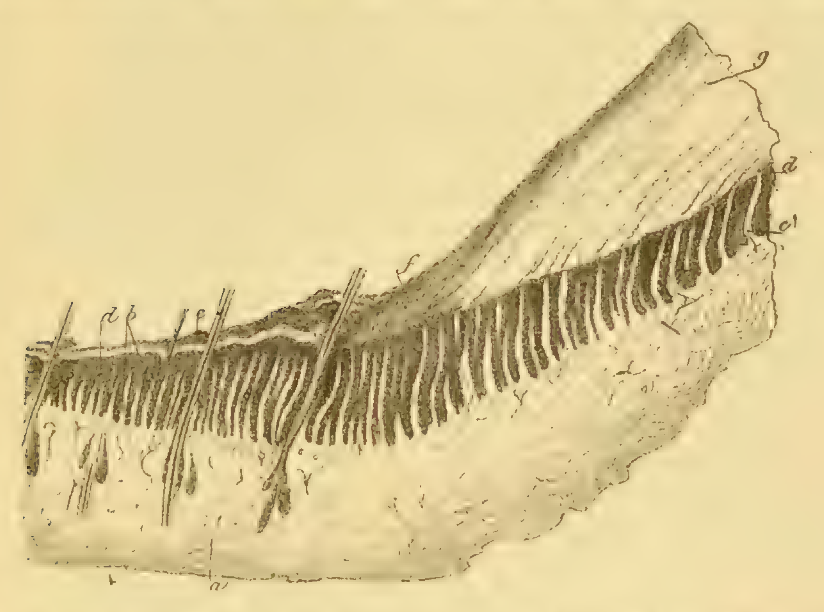


Fig. 249. Längsschnitt durch die Hornwurzel eines 3 Monate alten Kalbes. Vergr. 1 : 2. (Nach Siedamgrotzky.) *a* = Lederhaut, *b* = Cutispapillen, *c* = Interpapillare Epidermis, *d* = Granulirte Schicht, *e* u. *f* = Saumband des Hornes, *g* = Hornschicht der Hornscheide, *h* = Haare der allgemeinen Decke.

2—6 *cm* von der Papillenspitze durchfeuchtet, homogen. Der Lufteintritt findet erst weiter peripher statt. Im Schafhorne finden sich häufig lufthaltige Höhenbildungen als 2—6 *cm* über der Spitze, im centralen Horntheile befindliche, ovale, von unregelmässig kantig und spitzenartig rauhen Horntheilen begrenzte Hohlräume, die auf degenerativem Wege entstanden sind.

Die Hornröhrchen grenzen entweder unmittelbar aneinander (fester geschichtete Hörner des Rindes) oder sie sind durch lockeres, zuweilen lufthaltiges Zwischenhorn verbunden, dessen concentrische Schichtung um die Hornröhrchen weiter peripher sehr unregelmässig wird. Eine strenge Scheidung von Röhrchen- und Zwischenhorn ist nicht allerorts durchführbar. Beim Schaf ist das Zwischenhorn am reichlichsten mit vielen unregelmässig eingestreuten Markzellen durchsetzt

(Siedamgrotzky), bei der Ziege wird die Zwischenhornbildung regelmässiger und schwindet beim Rinde fast völlig.

Am Grunde und an den Seitentheilen des Hornzapfens findet sich ebenfalls ein beim Rind festerer, beim Schafe und der Ziege lockerer, röhriger Bau. Die Röhrchenquerschnitte sind halbmond- oder strichförmig comprimirt In dem von der Hornkrone producirten Rindenhorne fehlt in Folge des Seitendrucks das Mark in den stark von aussen nach innen abgeplatteten und durch Zwischenhorn verbundenen Röhrchen.

In den von der Hörnerbasis, je nach dem Alter verschieden weit hinaufreichenden Ringen und Wülsten, folgen die der Krone entstammenden Markcylinder deutlich den äusseren Wellenlinien. Weiter nach innen, von der Stelle wo sich das Corium über der Krone verdünnt, nehmen sie wieder einen gestreckten Verlauf. Die auf den Ringwulsten stehenden Marksäulen stehen durch stärkere Zwischenhornentwicklung weniger dicht als in den ringförmigen Einschnürungen. Mit dem Nachlassen der die Wülste erzeugenden Mehrproduction, tritt eine lockerere Schichtung mit gesteigertem Luftgehalt der betreffenden Partieen ein. Es spricht sich dies im leichteren Abbröckeln der der Hornwurzel zugehörigen Partieen und weisser Farbe aus. Die Ringe und Wülste erhalten eine geringe Verstärkung durch das Saumband, das aber selten weit hinaufreicht.

Die Ringbildung tritt in deutlicher Weise beim Rinde, nur bei der Kuh im Zusammenhang mit der Trächtigkeit, auf. Bei Schaf und Ziege dagegen findet sie sich bei beiden Geschlechtern. Sie ist auf periodische Schwankungen in der Hornproduktion zurückzuführen, welche sich in Verdünnungen ausspricht, wobei eine Art Stauung des dickeren, schon gebildeten Hornes, die Wulstbildung, der geringere Nachwuchs die Ringbildung bedingt. Letztere besitzen stets ein lockeres Gefüge. Bei jungen Thieren, wo keine derartigen Schwankungen in der Ernährung durch geschlechtliche Leistungen (Trächtigkeit), oder Futterschwankungen auftreten, ist das Horn ein glatter Kegel. Diese Erklärung reicht aber nicht völlig für die männlichen Thiere aus, wo wie beim Schaf- und Ziegenbock auch bei bester Fütterung Wulst- und Ringbildung auftritt, während sie beim Ochsen und Stier nahezu gänzlich fehlt.

Das Hornwachsthum geht langsamer vor sich als das der einer stärkeren Abnützung ausgesetzten Hufe, Krallen und Klauen. Es ist am stärksten in der Jugend bis zur erreichten Ausbildung und lässt dann mehr und mehr nach. Mit zunehmendem Alter nimmt sogar die Dicke der Hornlederhaut an der Basis ab (Altersatrophie) und damit die Hornproduction. Die Richtung und Biegung der Hörner ist abhängig von der ungleichen Stärke der Hornproduction an verschiedenen Stellen der Lederhaut, sowie von der Biegung und Torsion des Knochenzapfens (Siedamgrotzky). Die stärkste Hornproduction findet sich an der Convexität, die schwächere an der Concavität. Die Biegung beginnt schon von der Wurzel aus, erhält aber ihren stärksten Ausdruck stets an der Spitze.

Pigment der Hufe, Klauen, Krallen, Hörner. Alle beschriebenen Epidermidalbildungen sind mehr oder weniger diffus oder fleckig pigmentirt. Das Pigment sitzt körnig inter- und intracellulär, lässt aber stets den Kern frei. Die Pigmentirung verhält sich im Grossen und Ganzen grade sowie in der Haut. Am stärksten pigmentirt sind stets die Zellen der interpapillaren Epidermis zunächst der Cutis

Die Haare.

Haare finden sich in der Haut aller Säugethiere (Haarthiere) und fehlen nur an wenigen Stellen derselben ganz (Nasenspiegel des Hundes und der Katze, Eichel, Clitoris, Sohlen- und Zehenballen, sowie an allen freien Uebergangstheilen der Cutis in die Schleimhäute). Die Haare

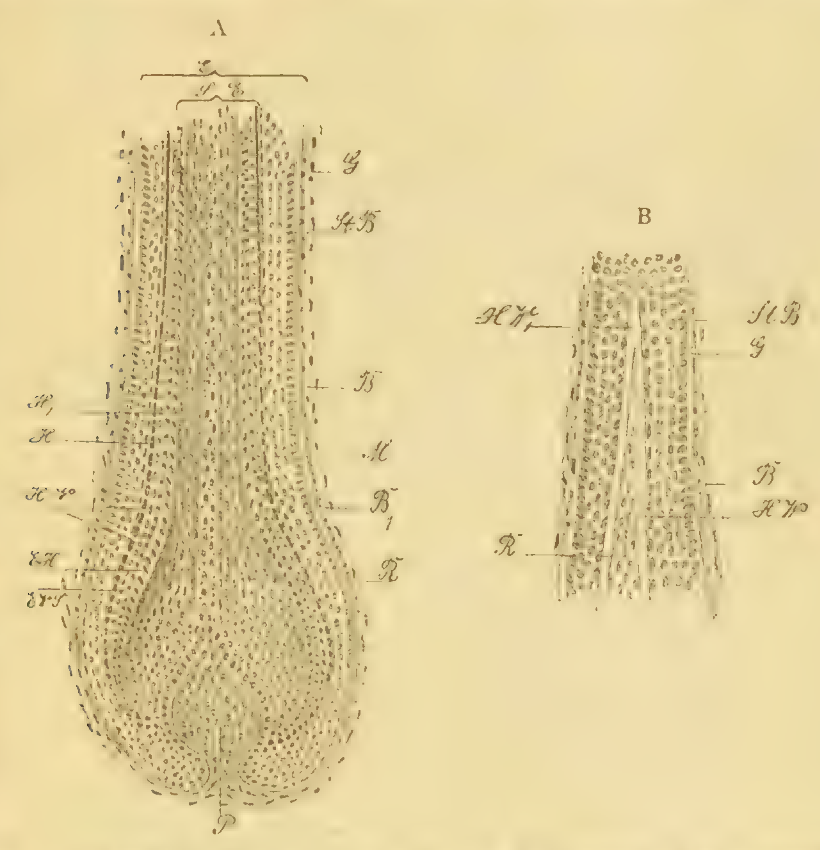


Fig. 250. Längsschnitt durch ein noch nicht aus der Haartasche gebrochenes Haar, A. durch das proximale Wurzelende, B. durch die noch nicht aus dem Balge gebrochene Spitze desselben.

E = Epidermis, SE = Suprapapillare Epidermis bestehend aus: Haar, Haarwurzelscheide und der zwischen beiden befindlichen Epidermicula des Haares und der Epidermicula der Haarwurzelscheide, M = Axialtheil der suprapapillaren Epidermis = Haarmark, R = Rindentheil der suprapapillaren Epidermis = Haarrinde, EH = Epidermicula des Haares, $EHWS$ = Epidermicula der Haarwurzelscheide, HW_1 = die noch über der Spitze des Haares geschlossene Haarwurzelscheide, HW = Haarwurzelscheide H = Zellen ihrer oberflächlichen Henleschen), H_1 = ihrer tiefen Huxleyschen) Lage, StB = interpapillare Epidermis = Stachelschicht des Balges, B = Haarbalg aus Cutisgewebe, äussere Lage, B_1 = innere circuläre Lage desselben, G Glashaut des Balges, P = Papille.

sind verschieden gefärbte, wechselnd lange und dicke, faden- oder röhrenförmige Productionen der Epidermis, welche einzeln oder in Gruppen, grade oder schief in taschenartigen Vertiefungen der Cutis, den Haar-

taschen oder Haarbälgen stecken, an welchen man eine erweiterte Mündung oder den Haarbalgtrichter, den verengten Hals und den blindsackförmigen Grund unterscheidet. Die einzelnen Epidermisschichten senken sich wechselnd weit in die Haarbälge hinein. Der Grund des Haarbalges trägt eine bindegewebige Cutispapille, die Haarpapille. Der in der Haartasche steckende Theil des Haares heisst die Haarwurzel. Sie sitzt mit ihrem zwiebel- oder knopfartig verdickten Ende, der Haarzwiebel oder dem Haarknopfe der Papille auf, welche die Haarzwiebel von unten her, etwa wie den Boden einer Flasche, einbuchtet. Der über der Hautoberfläche befindliche Theil des Haares oder der Haarschaft endet am unbeschnittenen Haare in der Haarspitze. Man unterscheidet ausserdem das Haarmark von der Haarrinde.

Die Haare sind Bildungen aus suprapapillarer Epidermis und demnach den Hornsäulchen und Hornröhrchen der Hufe, Klauen, Krallen und Hörner homolog. Da jedoch die sie producirenden Papillen nicht nahe neben einander auf der Hautoberfläche, sondern wechselnd weit gestellt und wechselnd tief in der Cutis, mitunter sogar in der Subcutis, gelegen sind, können sie nicht einfach durch die interpapillare Epidermis mit einander verbunden sein, wie die Röhrchen der Hufe, Klauen, Krallen und Hörner. Auch an den Haaren unterscheidet man einen axialen Theil der suprapapillaren Epidermis oder des Haarmarkes vom Rindentheil derselben, der Haarrinde.

Zu diesen Theilen kommen aber noch accessorische Bildungen, in Gestalt einer vom Papillenhalse aus producirten, zweischichtigen Epidermisscheide, der Haarwurzelscheide (Unna) und zweier, zwischen Haarrindenoberfläche und innere Haarwurzelscheidenfläche gelegener, je einzelliger Epithelhülsen, der inneren oder Epidermicula des Haares und der äusseren oder Epidermicula der Wurzelscheide.

An der interpapillaren Epidermis zwischen je einer oberflächlich gelegenen Cutispapille und der Haarpapille ist zu unterscheiden: das oberflächlich gelegene und das eingestülpte Stück oder die Stachelschicht des Balges. Fehlt, wie dies an dicht behaarten Stellen der Fall ist, ein Papillarkörper gänzlich und sind nur Haarpapillen in der Tiefe der Cutis vorhanden, so hat man die ganze zwischen zwei Haarpapillen gelegene Epidermispartie, soweit sie die Stachelschicht des Balges und die Hornschicht seiner Mündung liefert, als eingestülpte Epidermis zu unterscheiden von der oberflächlichen Epidermis, welche zwischen den Haarbalgmündungen liegt.

Alle Haare haben eine mehr oder weniger deutliche, freilich nach Länge und Dicke des Haares, nach seinem schlichten oder gekräuselten Verlauf vielfach variirende Spindelform.

Feinerer Bau. Unmittelbar über der Papille besteht die Haarzwiebel aus einer einzigen Cylinderzellenlage (siehe Fig. 250). Dicht über dieser aber beginnt die Sonderung in das Haarmark und die

Rinde, sowie in der Gegend des Papillenhalses in die Epidermiculae und die Wurzelscheide.

a) Das Haarmark besteht aus einem in der Haaraxe liegenden, wechselnd weit in den Schaft hineinreichenden Zellenstrang. Wird derselbe nur aus in einer Reihe übereinanderliegenden, einzelnen Zellen gebildet, so spricht man von einzeiligem, wird er von mehreren neben- und übereinanderliegenden Zellen gebildet, von mehrzeiligem Marke

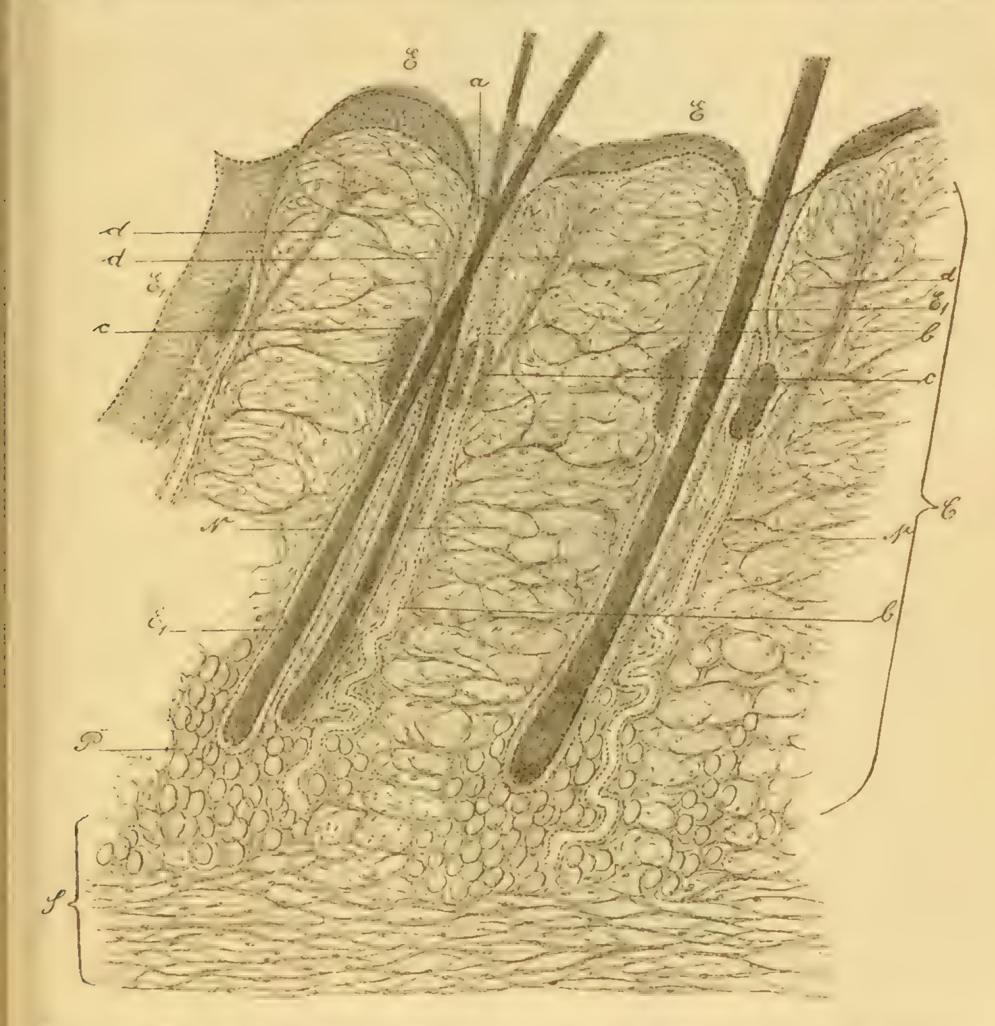


Fig. 251. Elastisches Gewebe der Hundecutis nach Behandlung mit künstlichem Magensaft (nach Stirling); der zwischen den Haarbälgen, Fett- und Knäuel-Drüsen übrige Raum ist durch ein elastisches Netz N mit vielfach eingestreuten Zellen ausgefüllt. E = oberflächlicher Theil der interpapillaren Epidermis, E_1 — eingestülpter Theil oder Stachelschicht des Balges der interpapillaren Epidermis.

(Waldeyer). Das Mark zeigt von allen Haarbestandtheilen die meisten Verschiedenheiten. Auf seinem wechselnden, aber stets für die Species characteristischen Verhalten beruht die Möglichkeit, die verschiedenen Thierhaare von einander zu unterscheiden. Ich scheide ferner das meist

völlig luftlose Wurzelmark vom lufthaltigen Schaftmark. Beide gehen ohne scharfe Grenzen meist schon etwas unter, seltener erst über

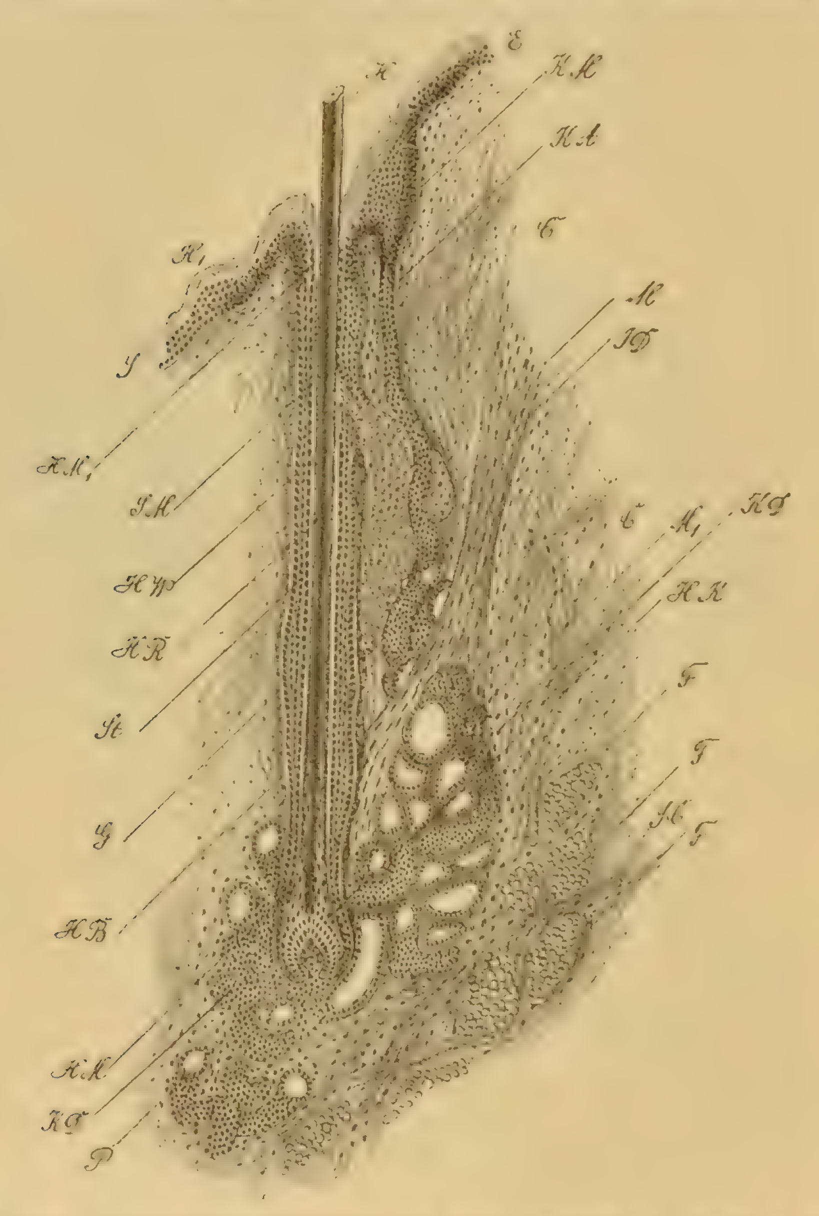


Fig. 252. Senkrechter Schnitt durch die Haut eines Pferdes. Vergr. ca. 50. *E* = Epidermis, H_1 = Hornschicht mit Stratum mortificatum, *S* = Stachelzellenschicht, *H* = Haar, *HR* = Haarrinde, *HM* = Wurzelmark, *SM* = Schaftmark, *HK* = Haarknopf, *HW* = Haarwurzelrinde, St_1 = Stachelschicht des Balges, *C* = Cutis, *P* = Papille, *HB* = Haarbalg, HM_1 = Haarbalgmundung, *G* = Glashaut des Balges, *SC* = Subcutis, *F* = Fettgewebe derselben, *ЈD* = Talgdrüse, *KD* = Knaueldrüse, *KA* = Knaueldrüsengang, *KM* = Mündung desselben, *M* = Haarbalgmuskel, M_1 = Knaueldrüsenast desselben.

der Hautoberfläche in einander uber. Manche Haare, wie die Flaumhaare des Fötus, feine Schafwolle, die proximalen Theile der Schweins-

borsten besitzen nur Wurzelmark in wechselnder Entwicklung, aber kein Schaftmark. Gegen die Spitze des Haares zu verliert sich der Markcylinder, in dem er sich verjüngt und schliesslich nur noch aus einer streckenweise unterbrochenen Reihe einzeiliger Zellen besteht.

Je stärker entwickelt der Markstrang, um so brüchiger ist das Haar. Die luftfreien jüngeren Zellen des Wurzelmarkes sind die, der, der Papille aufsitzenden Cylinderzellenschicht entstammenden Stachelzellen, welche sich unter Druckwirkung von unten nach oben abplatten und unter Auftreten von Keratohyalin (Waldeyer) allmälig verhornen. Mit eintretender Verhornung, und nach dem Durchbruch der Haare durch die Haut, troknen durch Luftwirkung die Kittleisten zwischen den Stachelzellen aus und an Stelle der in innen enthaltenen Flüssigkeit tritt Luft durch die Spalten der Rindenzellen bis zwischen, oder bei manchen Thieren (Reh, Gemse) selbst in die Markzellen, welche hierdurch zu wahren Luftzellen werden. Die Anwesenheit der intercellulären Luft in Gestalt von feinen Strichen oder der intercellulären Luft in Form dunkler Körner bedingt das dunkle Aussehen des Schaftmarkes bei der Untersuchung der Haare in Wasser bei durchfallendem Licht.

b) Die Rindensubstanz baut sich aus völlig verhornenden, ebenfalls dem der Papille aufsitzenden Cylinderzellen - Keimlager entstammenden Stachelzellen auf. Dieselben sind mehr oder weniger spindelförmig, mit stark in der Längsachse des Haares verlängerten und geschrumpften Kernen. Letztere nur an der Haarwurzel deutlich, verlieren sich gegen die Spitze zu allmählich.

Die kernhaltigen Rindenzellen zeigen vorzugsweise bei jungen Haaren noch deutlich den Stachelzellencharacter. Sie lassen sich sogar vielfach in feine Fäserchen, Hornfibrillen (Waldeyer) zerlegen, die aus Differenzirungen des Zellenleibes hervorgegangen sind. Länger als die Zellen selbst müssen sie sich in Verbindung mit den Commissurenfäden entwickeln, wodurch oft eine Continuität der Hornfibrillen auf längere Strecken, ähnlich den Commissuren der Stachelzellenschicht, hergestellt wird. Die Menge der Rindensubstanz bedingt die Widerstandsfähigkeit der Haare, ihre Dehnbahrkeit und Elasticität, die z. B. von dem an Rindenmasse verhältnissmässig reichen Rosshaar ebenso bekannt ist, wie die Brüchigkeit des an Rindenmasse armen, aber markreichen Gemsen- oder Rehhaares. Das in der Haarrinde sitzende Pigment bedingt vorwiegend, aber nicht allein die Haarfarbe. Das Markpigment übt nur geringen Einfluss aus, und der Luftgehalt des Haares spielt nur beim Ergrauen eine Rolle mit. Man hat gelöstes und körniges Pigment zu unterscheiden. Je dunkler das Haar, um so reichlicheres, korniges, tiefbraunes oder schwarzes Pigment, je heller das Haar, um so weniger Pigment liegt in und zwischen den Rindenzellen. Nur rein weisse Thierhaare sind völlig pigmentfrei.

Die normale Haarfarbe ist das Produkt des gelösten und körnigen Haarpigmentes, sowie des Luftgehaltes und der Reflexion der Licht-

strahlen von der Haaroberfläche. Der gelöste Farbstoff giebt dem Haare die Eigenfarbe (Unna).

Die Herkunft des Haarpigmentes ist ebenso räthselhaft wie die des Epidermispigmentes. Nach meinen Erfahrungen an ganz jungen Haaren können auch hier pigmentirte Wanderzellen eine Rolle spielen.

c) Das **Oberhäutchen** oder die **Epidermicula des Haares** besteht aus platten, ursprünglich kernhaltigen, dachziegelartig sich deckenden Zellen mit distal gerichtetem freien Rande. Man kann das allmähliche Hervorgehen dieser in Schraubentouren das Haar umhüllenden, flachen Schüppchen aus kernhaltigen, namentlich in der Umgebung des Haarknopfes deutlich cylindrischen Zellen leicht auf senkrechten Schnitten durch die Haarwurzel verfolgen. Siehe Fig. 250, *E. H.*

Die Epidermicula des Haares entsteht am Papillenhalse.

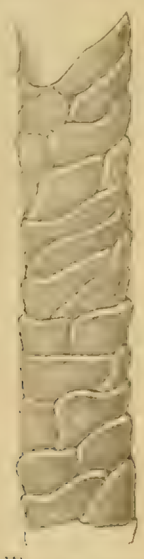


Fig. 253. Flächenansicht eines Wollhaares vom Schafe mit den Linien der Epidermicula (nach Bohm). Vergr. 280.

Bei microscopischer Flächenbetrachtung der Haare erscheinen die Umrisse der Oberhäutchenzellen als ein System feiner dunkler Linien. Bei Einstellung auf den Rand des Haares geben die freien Ränder der Schüppchen den Haarcontouren ein fein verzahntes Aussehen.

Am Halse der Haartasche finde ich die Cuticula vielfach (Rind, Schaf) in feine circuläre Fältchen gelegt.

d) Die **Haarwurzelscheide** (Unna) (innere Wurzelscheide der Autoren) umgiebt die Haarwurzel als Hohlcylinder und endet am Halse der Haartasche scharf abgesetzt oder aufgefasert.

Sie entsteht von einer sich in Carmin oder Hämatoxylin intensiv färbenden Matrix vom Halse der Papille aus. (Fig. 250, *H. W.* und *H. W.*) Die sie zusammensetzenden, cylindrischen Zellen bergen bald reichliche Keratohyalinmassen und ordnen sich dann in der Gegend des Papillenäquators in zwei Lagen, eine äussere, aus einer platten Lage gestreckter kernloser Zellen bestehende Schicht von völlig homogenem Aussehen

mit schmalen intercellularen Spalten (Henle'sche Schicht) *H.* und eine innere, ein- bis dreifache Lage abgeplatteter, unregelmässig polygonaler, kernhaltiger Zellen (Huxley'sche Schicht) H_1. Ihre Zellen enthalten weniger Keratohyalin und greifen mit Fortsätzen in die Spalten der Henle'schen Schicht ein. Beide Lagen sind somit unverschieblich in einander befestigt. Weiter nach aufwärts verhornen ihre Zellen und bröckeln im Haarbalghalse ab, ohne mit der Hornschicht der Epidermis in Verbindung zu treten.

e) Die Epidermicula der Wurzelscheide gleicht in ihrem Bau dem Oberhäutchen des Haares (Fig. 250, *E. W. S.*). Sie besteht aus platten, im oberen Abschnitt der Haarwurzel verhornten Zellen, welche

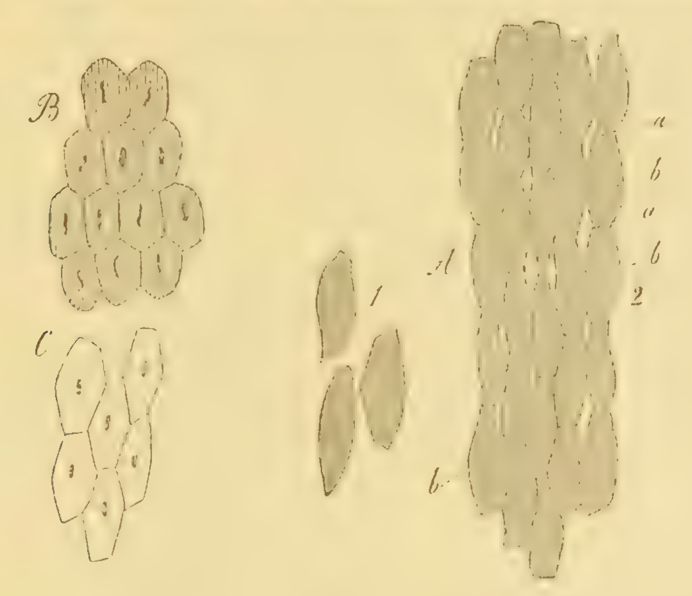


Fig. 254. Zellen der Haarwurzelscheide. Vergr. 350.
A aus der äusseren (Henleschen) Schicht. *1* = isolirte Zellen derselben, *2* = zusammenhängende Zellen aus dem obersten Theile der Haarwurzelscheide mit Natron behandelt, *a* = Oeffnungen zwischen den Zellen, *b* = die Zellen selbst. *B* Zellen der inneren (Huxley'schen) Schicht mit länglichen, leicht zackigen Kernen. *C* kernhaltige Zellen aus dem unteren einschichtigen Theile dieser Schicht.

sich aber im Gegensatz zu denen der Haarepidermicula in proximaler Richtung dachziegelförmig decken. Beide Epidermiculae greifen also sperrzahnartig in einander. Die Matrix der Haar- und Wurzelscheiden-Epidermicula ist keratohyalin- und pigmentfrei. Sie sitzt am Papillenhalse zwischen der Matrix der Haarrinde und Haarwurzelscheide (Fig. 250).

Die keratohyalinhaltigen Zellen der Haarwurzelscheide sind der granulirten Schicht, ihre hellen, keratohyalinhaltigen dem Stratum lucidum der Epidermis homog. Die Haarwurzelscheide gehört mit ihrer accessorischen Epidermicula zum Haare, dessen Stratum granulosum und lucidum sie darstellt (Waldeyer).

Man unterscheidet bekanntlich Deckhaare, Flaumhaare, Wollhaare, Schweif-, Mähnen-, Bart- und Köthenhaare, Haar-

zotten, Augenwimpern, und die kleinen den Naseneingang (narissae) und die innere Ohrmuschelfläche (vibrissae) besetzenden, starren Härchen, sowie die in der Umgebung der Nasenlöcher, an den Lippen, dem Kehlgang, über den Augenbogen und an den Wangen befindlichen Spür- oder Scheuhaare.

Letztere sind im Hinblick auf die durchgreifenden Unterschiede in der Structur ihrer Bälge als Sinushaare (Merkel, Bonnet) von den einfachen oder den asinosen Haaren (Bonnet) zu scheiden.

I. Die asinosen Haarbälge (Fig. 252) bestehen:

a) Aus der äusseren Balglage, einer von längsverlaufenden Bindegewebsfibrillen mit eingestreuten spärlichen Zellen bestehenden Schicht, die äusserlich noch von einem korbartigen Geflecht elastischer Fasern umflochten ist (Stirling, für den Hund).

b) Aus der mittleren Balg- oder Ringfaserlage, welche sich aus sehr enge gefügten, circulär angeordneten Spindelzellen und stäbchenförmigen Kernen — contractilen Faserzellen Köllikers — aufbaut, welche ich für glatte Muskelfasern halte.

c) Aus der der mittleren Balglage im Grunde aufsitzenden Papille, an welcher Körper, Hals und Spitze zu unterscheiden sind. Die Papille besteht aus zellenreichem, saftigem Bindegewebe.

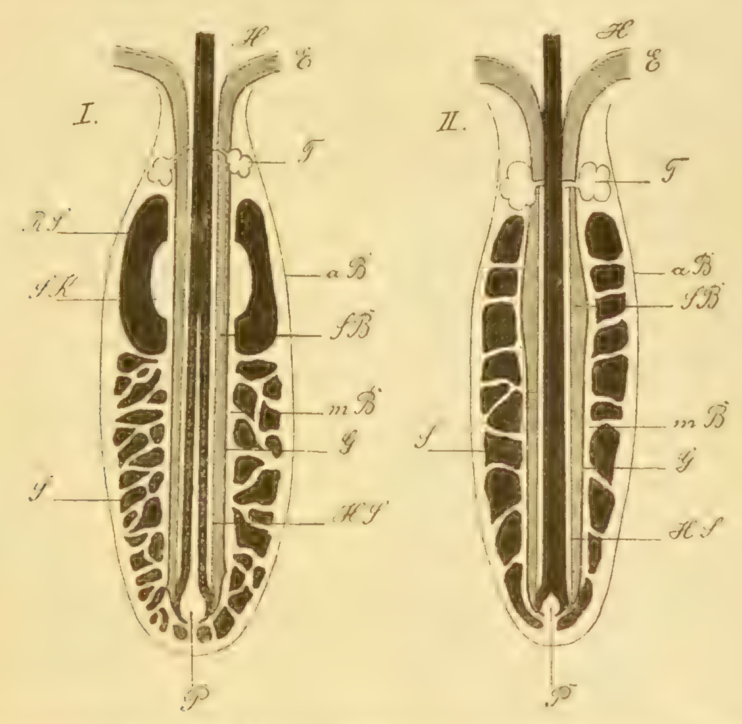
d) Aus der innersten Balglage oder der Glashaut des Balges. Sie ist nichts Anderes als eine Einstülpung der Grenzlage der Cutis, deren Dicke im geraden Verhältniss zur Grösse des Balges steht. Die Glashaut uberzieht, wie an grösseren Haaren deutlich, auch die ganze Papillenoberfläche. Ihre Aussenfläche ist glatt oder, in sehr grossen Bälgen, leicht geriett. Ihre Innenflache ist durch zahlreiche, mehr oder weniger stark prominente Längs- und Querleistchen uneben. In stärkeren Haarbälgen ist an der Glashaut eine innere poröse, von der ausseren compacten Lage zu unterscheiden (Bonnet).

e) Nach innen von der Glashaut findet sich eine Einstülpung der Oberflächenepidermis als Stachelschicht des Balges (Unna, äussere Wurzelscheide der früheren Autoren) bis zum Papillenhalse herabreichend. Die Hornschicht der Epidermis reicht nur in den Haarbalgtrichter herab. Der Bau beider Schichten ist derselbe wie in der Oberflächenepidermis. Bei pigmentirter Haut ist die ganze epitheliale Auskleidung des Haarbalgtrichters pigmentirt.

II. Die Bälge der Sinushaare sind gross, bis in die Subcutis hereinreichend, von der Form eines Ameiseneies. Ihre Grösse unterliegt nach Alter und Classe des Thieres manchen Schwankungen, steht aber stets in geradem Verhältniss zur Stärke des Haares. Die relativ grösste Entwicklung der Bälge befindet sich bei Raubthieren und Nagern, während sie bei den Hufthieren verhaltnissmassig gering ist. Zwischen der ausseren und mittleren Balglage findet sich ein mehr oder weniger entwickelter Blutsinus, dem die Haare ihren Namen verdanken, eingeschoben. Man kann denselben als aus riesig erweiterten Blutcapillaren hervorgegangen auffassen.

a) Die äussere Balglage besitzt einen derben, fibrösen, dem Scleralgewebe ähnlichen Aufbau aus vielfach verfilzten Bindegewebsfasern mit eingestreuten Bindegewebszellen. Am Halse der Haartasche verdickt sich die äussere Balglage und schlägt sich, das Dach für den Blutsinus bildend, zur mittleren Balglage herunter, während sie am proximalen Pole des Balges einerseits den Stiel der Papille, andererseits aber mit bedeutenderen Massen den bindegewebigen Ueberzug der Glashaut des Balges oder

b) die mittlere Balglage bildet. Diese besitzt in ihrem proximalen Abschnitt den fibrösen Bau der äusseren Lage. In distaler Richtung



ig. 255. Sinushaltige Haarbälge im Längsschnitt, halb schematisch. Vergr. ca. 150. I. von der Katze, — II. vom Pferde.
H = Haar, E = Epidermis, aB = äussere Balglage, mB = mittlere Balglage, S = der wischen beiden befindliche Blutsinus bei I in einem oberen balkenlosen Ringsinus differenzirt, in welchem das SK = Sinuskissen hängt, P = Papille, G = Glashaut des Balges, SB = Stachelschicht des Balges, HS = Haarwurzelscheide, T = Talgdrüsen.

vird ihr Gewebe saftiger und kernreicher. Beiden Lagen fehlen conractile Faserzellen bis auf den distalen Abschnitt der mittleren Balgige. Beide Lagen sind durch zahlreiche bindegewebige Balken mit inander verbunden. Der Blutsinus des Balges bekommt hierdurch bei len Hufthieren cavernösen Bau, während bei den Nagern, Raubthieren nd Insectivoren durch Fehlen der Balken im distalen Abschnitt ein lattwandiger, ringförmig das Haar und seine Hüllen umgebender inus, der

c) Ringsinus entsteht, der durch ein transversales Septum unvollständig vom cavernösen Körper getrennt ist. In denselben hängt eine nach der Thierart in Form und Aufbau wechselnde wulstartige Verdickung der mittleren Balglage, der

d) Ringwulst oder das Sinuskissen (Martin) herein. In seiner Bedeutung und Function völlig unklar, sitzt dasselbe stets an der nasalen Fläche der mittleren Balglage. Die übrigen Theile des Balges gehen in ihrer Ausbildung parallel der Entwicklung des in ihnen steckenden Haares.

e) Die innere oder Huxley'sche Lage der Haarwurzelscheide ist mehrfach (bei Hund und Katze 4—6fach) geschichtet.

f) Die Papille, in ihrer Form vom Alter der Haare nicht unwesentlich beeinflusst, zeigt bei den Raubthieren ihre grösste Entwicklung und reicht mit lang ausgezogener Spitze oft bis in die Halsregion der Haartasche hinein. Bei den Hufthieren ist sie mehr kugelig, knaufartig. Am Papillenhalse fällt die vorwiegend circuläre Anordnung der Bindegewebsfasern auf.

Das Wachsthum der Haare geschieht durch stetige Zellenvermehrung vom Keimlager auf der Papille aus. Das Haar wird durch den Seitendruck des Balges cylindrisch und von den nachrückenden, ebenfalls durch den Balgdruck sich verlängernden und verhornenden Zellen allmählich in distaler Richtung weiter geschoben.

Entwicklung. Als erste Haaranlage bildet sich eine kleine Erhabenheit durch Verdickung der embryonalen Epidermis, die dann als kolbenförmiger Zapfen in die Tiefe wuchert. Die primitive Erhabenheit schwindet hierbei. In dem Epithelzapfen differenzirt sich eine centrale, kegelförmige Parthie, der primitive Haarkegel (Unna), von den peripheren Zellen. Die Spitze des Kegels sieht gegen die Hautfläche zu, die Basis gegen den Grund des kolbigen Zapfens. Die die Haaranlage umgebenden Cutisparthien wuchern und formiren die Papille und den bindegewebigen Balg. Erstere wächst in Form einer Knospe von unten her in den kolbig verdickten Theil des Haarkegels hinein und stülpt ihn etwas ein.

Die Zellen des Kegels differenziren sich in eine äussere Mantelschicht, die glashell und spitz endend einen dunkleren, centralen Theil umscheidet. Die Mantelschicht wird zur Haarwurzelscheide mit Epidermicula, Henle'scher und Huxley'scher Schicht. Der centrale Theil wird zum Haar, d. h. er wird Rindenschicht und Epidermicula des Haares. Das durch besondere Form und Beschaffenheit seiner Zellen charakterisirte Mark fehlt dem fötalen Haare. Die Verhornung beginnt an der Spitze des Haarkegels.

Das junge Haar wächst nun rasch und durchbricht den Mantel der Haarwurzelscheide an seiner Spitze. Die Haarwurzelscheide erscheint von jetzt ab wie eine nicht mehr zum Haare gehörige selbständige Bildung. Der ursprünglich einwuchernde Epidermiszapfen entspricht nur der Stachelschicht der Epidermis, nach Sonderung derselben in primitiven Haarkegel und dann in Haar und Haarwurzelscheide bleibt der periphere Rest des Zapfens als Stachelschicht des Balges übrig. Beim Durchbruch der jungen Haare durch die Epidermis kommt es zur Abhebung des Epitrichiums (Schwein). Siehe S. 393.

Ebenso geht die Entwicklung der Sinushaare vor sich. Seltsamer Weise legen sich diese früher als die Anlagen der asinösen Haare an. Der Sinus entsteht gleich-

zeitig mit dem Durchbruch des Haares (Martin). Das Fehlen der Sinushaare beim Menschen bildet einen einschneidenden anatomischen Unterschied zwischen ihm und den anderen Säugern.

Zwischen den ersten, im Embryonalleben auftretenden Primärhaaren findet man später bei sich vergrössernder Hautoberfläche noch neue Haaranlagen für die Secundärhaare.

Die Zahl der Haare wird durch sie nach Bedürfniss der Hautoberfläche vermehrt. **Der embryonale Haarwechsel** ist bei den Hausthieren nur sehr ungenügend untersucht. Postembryonal findet sich entweder ein periodischer oder continuir-

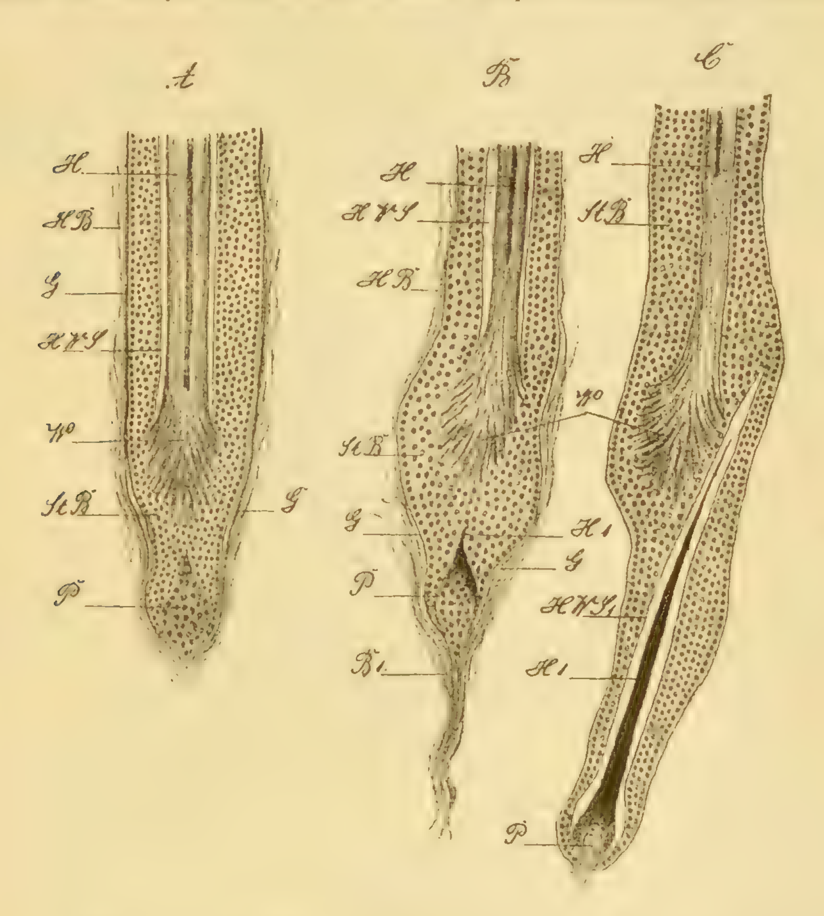


Fig. 256. **Haarwechsel, halbchematisch.** Vergr. ca. 150.
H = ausfallendes Haar, *W* = aufgefaserte Vollwurzel desselben, *HWS* die abgehobene Haarwurzelscheide, *P* = Papille, *StB* = Stachelschicht des Balges, *G* = Glashaut des Balges (bei A und B stark gerunzelt), *HB* = Haarbalg, H_1 = Pigmentirte Anlage des jungen Haares (B), junges Haar in C, HWS_1 Haarwurzelscheide desselben, B_1 = der contrahirte Balg unterhalb der nach aufwärts gerückten Papille (Haarbalgstengel).

licher Haarwechsel. Während einzelne Haargruppen z. B. die Haare der Mähne und des Schweifes nicht gewechselt zu werden scheinen (Franck) und immer weiter wachsen sollen, findet an anderen Haaren (den Sinushaaren, der Schweifquaste, den Borsten, vielleicht auch der Wolle der Culturschafe) ein continuirlicher Verlust und Ersatz einzelner Haare statt. Es bildet dieses Verhalten den Uebergang zum **periodischen Haarwechsel** (Frühjahrs- und Herbsthaarwechsel).

Bei den wilden Thieren stark ausgeprägt, wird derselbe bei den domesticirten Thieren dadurch verwischter, dass dieselben continuirlich in geringer Zahl Haare verlieren und ersetzen oder er verliert sich ganz (edle Schafrassen). Beim Herbsthaarwechsel erhalten die Thiere zum Sommerdeckhaar noch eine Menge weicher, meist markloser Haare, wobei aber auch eine Menge alter Haare ausfällt und durch neue ersetzt wird (Pferd). Im Frühjahre fällt das Winterflaumhaar völlig, das alte straffe Deckhaar theilweise aus. Letzteres wird durch neues ersetzt.

Beim Haarwechsel findet aus nicht näher bekannten Gründen eine Reduction der Ernährung der Haare statt, in Folge welcher die Haarhüllen ihr Wachsthum in der Richtung von aussen nach innen einstellen und somit die Haarwurzelscheide, die Epidermiculae und die Haarrinde — die Bildung von Mark hört schon einige Zeit vorher auf — von ihrem Mutterboden abgelöst werden. Dann rückt das Haar mit seinen Hüllen allmählich im Balge in distaler Richtung fort, während der Balg sich hinter ihm contrahirt. Die Papille schrumpft und rückt in Folge der Balgcontraction etwas nach aufwärts. Das proximale Ende des Haares gewinnt durch Auffaserung Besenform (Haarkolben Henle's, Vollwurzel Unna's).

Das ausfallende Haar macht dann auf noch meist kürzere oder längere Zeit weiter distal im Balge Halt, ja es soll sogar nach Unna als Beethaar dadurch weiterwachsen, dass sich ihm am proximalen Ende Zellen der Stachelschicht des Balges anschliessen und unter Annahme von Spindelform verhornen, kurz sich in Rindensubstanz des Haares umwandeln. Es würde sich demnach um eine zeitweilige Transplantation des ausfallenden Haares auf einen anderen Nährboden, der nur Rinde aber kein Mark zu bilden im Stande ist, handeln.

Während des Aufwärtsrückens des Haarkolbens ist die Neubildung aller zur Haarwurzelscheide gehöriger Elemente unterbrochen. Letztere selbst verschwindet durch Atrophie und Zerfall bis auf kleine Reste. Die Glashaut des Balges legt sich in Falten, die Stachelschicht des Balges erscheint an der Anheftungsstelle des Beethaares etwas verdickt. Die mittlere Balgschicht contrahirt sich sehr stark und rückt mit der atrophirten Papille distalwärts, während die äussere Balglage hinter den aufwärts rückenden Theilen collabirt und einen langen, schwanzförmigen Anhang am proximalen Ende des ganzen Apparates, den Haarbalgstengel (Wertheim) bildet, der von der distalwärts gerückten Papille bis zu deren früherem Stande reicht.

Noch während das Beethaar im Balge sitzt, beginnt die Neubildung des Ersatzhaares von den Resten des auf der Papille sitzen gebliebenen Keimlagers aus in Gestalt eines meist stark pigmentirten Epithelzapfens, der als Matrix für das neue Haar und seine Scheide dient. Der wachsende Zapfen treibt die wieder allmählich sich vergrössernde Papille vor sich her auf ihren alten Platz zurück. Der Regel nach werden also der alte Haarbalg und die alte Papille, nebst den restirenden Elementen des Keimlagers auch wieder zur Bildung des neuen Haares benutzt.

Das junge Haar legt sich in dem der Papille aufsitzenden Zapfen genau in derselben Weise wie bei der Haarentwicklung an. Mit dem Weiterwachsen des Ersatzhaares fällt das Beethaar allmählich aus. Beide können aber längere Zeit neben einander aus einem und demselben Balge herausragen. Das alte ausfallende Haar ist stets pigmentärmer und heller als das nachspriessende junge. Es geht somit eine mehr oder minder auffällige Verfärbung mit dem Haarwechsel einher (Zerstörung des Haarpigments).

Eine postembryonale, vom Haarwechsel unabhängige Neubildung von Haaren, nach dem auf S. 242 geschilderten Typus wird von dem Einen behauptet, von Anderen bestritten.

Das Ergrauen der Haare tritt entweder als Alterserscheinung in Folge von

Schwund des Pigmentes oder durch gesteigerten Luftgehalt oder durch beide Factoren zusammen ein. Ein plötzliches Ergrauen, wie es beim Menschen als Folge grosser psychischer Affecte bekannt ist, hat Gurlt einmal bei einem Schweine beobachtet. Die Ursachen desselben sind bei Thieren unbekannt.

Die Hautdrüsen.

In der Haut finden sich zwei übereinander geschichtete Drüsenlagen, die oberflächlichen Talgdrüsen und die tiefer gelegenen Knäueldrüsen.

Vorkommen. Die acinösen Talgdrüsen liegen stets in der intermediären Cutisparthie und sind ihrer grossen Mehrzahl nach an das Vorhandensein von Haaren gebunden, Haarbalgdrüsen. Sie münden zu zweien oder mehreren (bis zu 6), die Haarbälge auf Querschnitten rosettenförmig umgebend, dicht unter der Spitze des Haarbalgtrichters in den Haarbalg und ölen mit ihrem fettigen Secret die Haare ein. Im Allgemeinen steht



Fig. 257. Integumentum commune.
6 = die oberflächlichen Haarbalgdrüsen, 7 = die tiefer gelegenen Haarbalgdrüsen.

ihre Grösse im umgekehrten Verhältniss zur Stärke des zugehörigen Haares (Chodakowski, Bonnet). Kleiner an den stärkeren Haaren erreichen sie ihre grösste Entwicklung an den feinsten Flaumhaaren (äussere Geschlechtstheile, Vibrissen etc.). Während der Regel nach die Drüse ein Anhängsel des Haarbalges darstellt, wird dieser mit seinem Flaumhaar im extremen Fall ein Anhängsel der Drüse. Das kleine, scheinbar in den Drüsenausführungsgang eingepflanzte Haar hat denselben durch seine passiven Bewegungen offen zu halten und die Ansammlung des an der Luft verhärtenden, fettigen Secretes zu verhindern. (Hesse.) Fig. 258. Bald von einfacherem (Schwein, Wiederkäuer, Katze), bald von complicirterem Bau (Hund, Pferd) gehören die Haarbalgdrüsen durchweg dem zusammengesetzten Drüsentypus an. Fig. 252 und Fig. 258.

Ihre Zahl ist bei den verschiedenen Thieren im Grossen und Ganzen von der Zahl der Haarbälge abhängig.

Bei den Hufthieren besitzt jedes Haar seinen besonderen Balg, dem immer eine wechselnde Zahl von Talgdrüsen zugehört, die Gesammtsumme der Talgdrüsen ist folglich grösser als die der Haare. Bei den Fleischfressern dagegen vereinigen sich mehrere, 3–5 neben einander stehende Haarbälge zu einer Gruppe, welche eine gemeinsame Mündung besitzt. Es gehört dann meist ein Talgdrüsencomplex zu einem Haarbalgcomplex, wodurch die Zahl der Drüsen annähernd mit der Zahl der Haare übereinstimmend wird. Die Sinushaarbälge besitzen stets einen Kranz von Talgdrüsen.

Die rudimentärsten Haarbalgdrüsen besitzt das Schwein, die grössten das Pferd und der Hund.

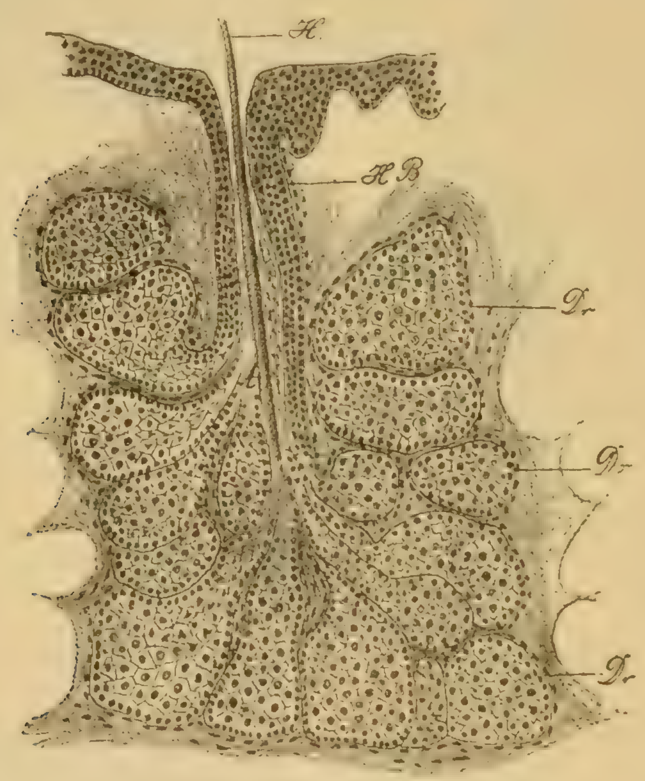


Fig. 258. Talgdrüse aus der Thränengrube des Schafes. Vergr. ca. 50. *H* = Haar, *Dr* = Drusenlappen, *A* = Ausführungsgang der Drüse in den Haarbalg *HB*.

Die Form der Drüse ist abhängig von der Dichtigkeit des Haarwuchses, der Dicke und den Spannungsverhältnissen der Haut.

Je dichter der Haarwuchs, um so langer, aber auch schmäler sind die Drüsen, in um so spitzeren Winkel munden sie in den Haarbalg (Rückenhaut, Flanken), je weiter der Haarbestand, um so rundlicher wird der Drüsenkörper und in um so stumpferem Winkel erfolgt die Mundung des Ausführungsganges (Gesicht, Lippen, äussere Geschlechtstheile).

Besonders stark sind die Haarbalgdrusen in den Grenzgebieten ent-

wickelt, in welchen die drüsenhaltige Haut in die drüsenlose übergeht (Hunde- und Katzennase, Chodakowsky).

Nur ein kleiner Theil der Talgdrüsen ist an einzelnen Stellen — an der Eichel, der Vorhaut, dem After oder im Augenlid (Meibom'sche Drüsen) — ohne Beziehung zu den Haarbälgen und kann als Talgdrüsen der Schleimhauteingänge (Unna) von den Haarbalgdrüsen getrennt werden.

Völlig fehlen die Talgdrüsen an den Zehen- und Sohlenballen, im Hufe, den Klauen, Krallen, Hörnern und an der Zitze des Kuheuters, an dem Nasenspiegel des Hundes und der Katze.

Bau: Jede Haarbalgdrüse entsteht ursprünglich durch eine Ausbuchtung sowohl der bindegewebigen als epithelialen Theile (Stachelschicht) des Haarbalges. Letztere liefert das Drüsenepithel, während die Glashaut des Balges die Drüsenmembran und die bindegewebigen Balglagen eine ziemlich kernreiche Adventitia um dieselbe bilden. Der Drüsenkörper zeigt bei den einfacheren Formen eine beutelartige Gestalt mit glatter Oberfläche, bei den complicirteren Formen betheiligen sich mehrere solche, theilweise ausgebuchtete Beutel am Aufbau der Drüse, die dadurch ein mehr oder weniger deutlich lappiges Aussehen bekommt. Sind die Läppchen selbst noch mehrfach ausgebuchtet, so entstehen exquisit acinöse Formen. Durch Confluenz der wechselnd langen Ausführungsgänge der einzelnen Läppchen entsteht der Drüsengang, der bei den kleinen Formen kurz und eng, bei den grösseren eine nicht unbedeutende Länge und Weite erreichen kann. Er mündet an der Spitze des Haarbalgtrichters dicht über der Haarwurzelscheide. Bei grossen Drüsen ist er oft bis zum Drüsenkörper mit der eingestülpten Hornschicht der Epidermis ausgekleidet und bei pigmentirter Haut mehr oder weniger pigmentirt (Lippen, Hodensack, äusserer Gehörgang, Schamlippen, Euter). Bei den kleineren Drüsen setzt sich die Stachelschicht des Haarbalges einfach in den Drüsengang fort und geht im Körper in eine einfache oder doppelte Schicht von Drüsenzellen über. Im letzteren Falle ist die aus kleineren, niedrigen Zellen mit runden Kernen bestehende wandständige Schicht (producirendes Epithel) von der aus grösseren, polygonalen bestehenden inneren Lage (dem secernirenden Epithel), welch' letztere aus dem wandständigen Epithel hervorgeht, zu unterscheiden. Ihre Zellen haben durch zahlreiche reihenweise eingelagerte Fetttröpfchen ein gitterartiges Aussehen. Ihre Kerne sind ovoid oder atrophisch sternförmig. Diese Zellen liefern fettig zerfallend den Hauttalg. Je weiter gegen den Gang zu, um so mehr nimmt ihre fettige Degeneration bis zur Blähung und zum gänzlichen Zerfall der Zellen zu.

Im Gange selbst wird eine bei Körpertemperatur flüssige, fettig schmierige, aus Drüsenzellenresten, den Zellen der Haarwurzelscheide und Fett bestehende Masse in den Haarbalgtrichter ergossen.

Die schlauchförmigen Drüsen, Knäueldrüsen (Schweissdrüsen) liegen reihenweise oder an manchen Stellen (Sohlen- Zehenballen, Strahl) geschichtet in demselben Niveau oder noch etwas tiefer als das proximale

Haarbalgende. Vielfach findet man sie demgemäss in der Subcutis. Auch ihre Mehrzahl mündet in Haarbälge und zwar stets über der Talgdrüsenmündung, seltener findet sich eine selbstständige Mündung in nächster Nähe eines Haarbalgtrichters. Zu jedem Haarbalge gehört immer nur ein Drüsenknäuel (Fig. 252). Die Sinushaare besitzen keine ihnen zugehörigen Knäueldrüsen.

An haarfreien Stellen (Sohlen- und Zehenballen, Strahl, Nasenspiegel, Rüsselscheide) findet sich die als Pore*) bekannte Drüsenmündung zwischen den Papillen. Jede Drüse besteht aus zwei physiologisch und anatomisch scharf zu trennenden Theilen, dem das Secret nur ableitenden Excretionsgang und dem mehr oder weniger aufgeknäuelten und dann den Drüsenkörper bildenden, das Secret liefernden Secretionsgang (Heynold). In der Regel mündet jeder Knäuel mit einem eigenen Excretionsgang und eigener Pore auf der Haut, einfache Knäueldrüsen. Seltener vereinigen sich zwei oder mehrere Drüsenkörper zu einem Excretionsgang, zusammengesetzte Knäueldrüsen.

Bei der Katze, dem Schafe und Rinde findet man die Drüsen meist nur etwas geschlängelt mit erweitertem, blinden Ende, eine eigentliche Knäuelbildung findet höchst selten statt, während der Hund, das Pferd und Schwein durchweg aufgeknäuelte Schlauchdrüsen besitzen. Die Katze besitzt überhaupt nicht nur sehr verkümmerte Schlauchdrüsen, sondern sie können ihr an vielen behaarten Stellen gänzlich fehlen. Nur am Hinterkiefer, Maul und After sind sie stark entwickelt. An den Grenzgebieten der behaarten Haut (Uebergangsregionen) nehmen die Knäueldrüsen überhaupt bei allen unseren Thieren an Grösse zu. (Chodakowsky.) Am allerentwickelsten aber findet man die Knäueldrüsen in den ventralen Contactflächen der Haut, in den sogenannten Schmiergruben.

Die Form und Grösse des Knäuels wechselt also einmal nach der Thierart und bei einem und demselben Individuum nach den Hautregionen resp. deren Dicke und Spannungsverhältnissen.

Flache Knäuel finden sich in der dünnen Cutis des Präputium, des äusseren Gehörganges, des Naseneinganges. In die Länge gezogen und schlank sind sie in den dicht behaarten Stellen der Haut, kugelig in der spärlich behaarten Haut der Nase, der Lippe, der unteren Schweiffläche des Schafes. Hier, sowie in den Sohlen- und Zehenballen der Fleischfresser und im Fleischstrahl (Ercolani, Franck, Piana) der Einhufer erreichen sie eine beträchtliche Grösse. Die Strahldrüsen liegen tief in der Subcutis zwischen Sehnenzügen und Fett. Beim

*) Der vielfach gebräuchliche Name »Schweisspore« ist nicht exact. Viele Thiere (Katze, Hund, Schaf, Schwein) besitzen zwar Schlauch- oder Knäueldrüsen, schwitzen aber normaler Weise nicht im gewöhnlichen Sinne des Wortes, da es nicht zur Absonderung von tropfbar flüssigem Secret, sondern höchstens zur Bildung von Dunstschweiss kommt. Für die gewöhnliche Hauttranspiration können übrigens, wie jene Säuger, welchen im Allgemeinen Knäueldrüsen fehlen, wahrscheinlich machen, die Haarbalgmündungen vicariirend die Knäueldrüsen vertreten.

Pferde hauptsächlich in der Region des Hahnenkammes vorfindlich, durchsetzen sie beim Esel den ganzen Strahl. Diese Drüsen sind vielfach zusammengesetzt und münden mit stark geschlängeltem Excretionsgange trichterförmig zwischen den Hornsäulchen. Sie sind den Knäueldrüsen im Zehenballen des Hundes und der Katze homolog. Bei ersterem münden dieselben mit schwach geschlängeltem, bei letzterer mit stark geschlängeltem Gange zwischen zwei Papillen. Sehr grosse Knäueldrüsen finden sich in der Umgebung der Zitzen beim Mutterschwein (Herrmann). Völlig fehlen Knäueldrüsen an der Eichel, den Zitzen der Kühe und an der Haut zwischen den Klauen.



Fig. 259. Mündung des Excretionsganges einer Knäueldrüse aus dem Sohlenballen der Katze. Vergr. ca. 200.
M = Mündung, *EG* = stark geschlängelter Theil des Excretionsganges, *CS* = Cutistheil des Excretionsganges, *H* = Hornschicht, *S* = Stachelschicht, *P* Cutispapillen mit Capillarschlingen.

Bau. Die Grundlage jedes Drüsenschlauches bildet eine Einstülpung der Grenzmembran der Haut als Propria oder Glashaut der Drüse. Sie ist auf ihrer Innenfläche bei vielen Drüsen mit feinen Längsleistchen versehen, welche durch ihren parallelen, schwach spiraligen Verlauf der Glashaut Aehnlichkeit mit einem gezogenen Flintenlauf verleihen.

Aeusserlich ist die Glashaut von einer kernhaltigen, bindegewebigen Adventitia umsponnen. Das Lumen der Glashaut ist nicht immer das gleiche, bei grossen Drüsen ist sie vielfach buchtig erweitert und eingeschnürt. Bei den zusammengesetzten Drüsen ist die Glashaut verästelt.

Nach innen liegt der Glashaut eine stets einfache, in vielen Drüsen continuirliche, in anderen nur aus einzelnen Zügen bestehende discontinuirliche Schicht glatter Muskelfasern an. Fig. 260, *III*, *M*. Letztere sind leicht darzustellen und verlaufen ebenfalls in Spiraltouren angeordnet entlang den Längsleisten der Glashaut. Ihre Querschnitte springen nach innen kantig oder rundlich zwischen die sie überwölbenden Drüsenzellen vor. Gegen das blinde Ende des Schlauches zu am reichlichsten vorhanden, verlieren sich die Muskeln gegen den Excretionsgang zu allmählich. Nur an den ganz kleinen Drüsen der Katze und einigen Präputialdrüsen fehlen sie gänzlich.

Diese eigene Muskulatur der Drüse ist in ihrer Entwicklung unabhängig von der Grösse der Drüse, um so stärker ausgebildet, je fetter (zähflüssiger) das Drüsensecret ist und je weniger durch benachbarte, willkürliche Musculatur oder Haarbalgdrüsenmuskeln (siehe diese) die Secretentleerung begünstigt wird. An Drüsen in sehr beweglichen, an willkürlicher Musculatur reichen Hautregionen oder an solchen mit dünnflüssigem Secret ist die eigene Musculatur sehr schwach entwickelt oder fehlt stellenweise gänzlich.

Der Epithelbelag der Schlauchdrüsen ist ein anderer in dem Secretionsgang als in dem Excretionsgang.

In dem grösstentheils aufgeknäuelten Secretionsgang findet sich ein stets einschichtiger Belag von cubischen oder cylindrischen Zellen mit runden oder ovoiden Kernen. Die Zellen erscheinen fein gestreift (Ranvier); es sind Stäbchenzellen. Die Drüsenzellen des Pferdes bergen neben kleinen Fetttröpfchen vielfach kleine, braune Pigmentkörner. In der Drüsenlichtung findet man häufig fettige, krümelige Massen und Kernreste.

In dem mehr oder weniger geschlängelten, im Ganzen aber ziemlich gerade verlaufenden Excretionsgang verengt sich die Lichtung in der Regel etwas.

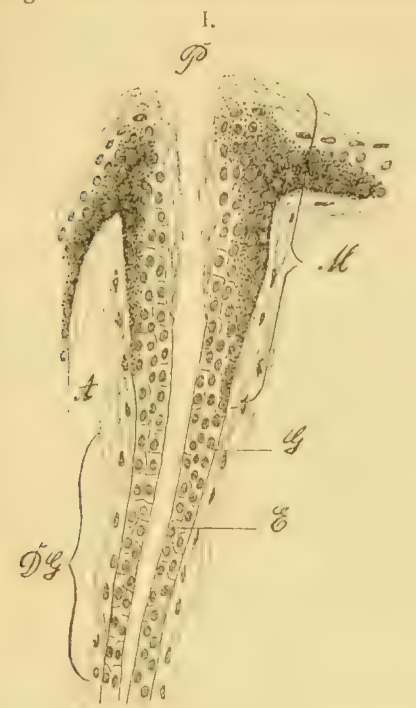
Nachdem sich die eigene Musculatur der Drüse in distaler Richtung verloren hat, wird das Epithel niederer, je näher der Drüsenmündung, um so flacher. Die innerste Schicht trägt noch einen Cuticularsaum (Pferd, Hund), die bindegewebige Adventitia des Schlauches wird deutlicher.

Das in der Epidermis gelegene Mündungsstück entbehrt selbstverständlich der Glashaut und Adventitia. Ist die Epidermis der betreffenden Hautregion dünn, so bildet sie einfach eine Einstülpung in die trichterförmige Drüsenmündung, welche bei pigmentirter Haut ebenfalls oft weit in den Excretionsgang herein pigmentirt ist (Fig. 252, *KA*). Ist die Epidermis dick (Fig. 259 und 260, *I*), so bilden ihre diversen Schichten die Wandung des gerade oder gewunden in ihr bis zur Oberfläche verlaufenden Mündungsstückes und schlagen sich ebenfalls wechselnd weit in das obere Cutisstück des Excretionsganges herein.

Das Secret der Knäueldrüsen ist entweder flüssig (Schweiss) oder

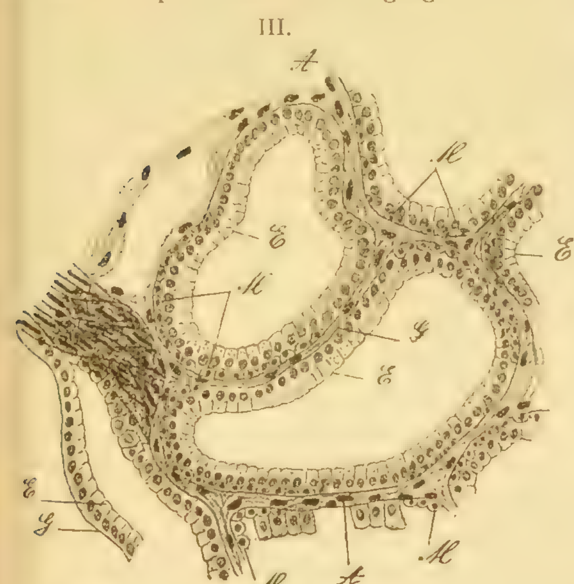
Fig. 260. Schnitte durch eine Knäueldrüse vom Pferde. Vergr. ca. 200.

I.



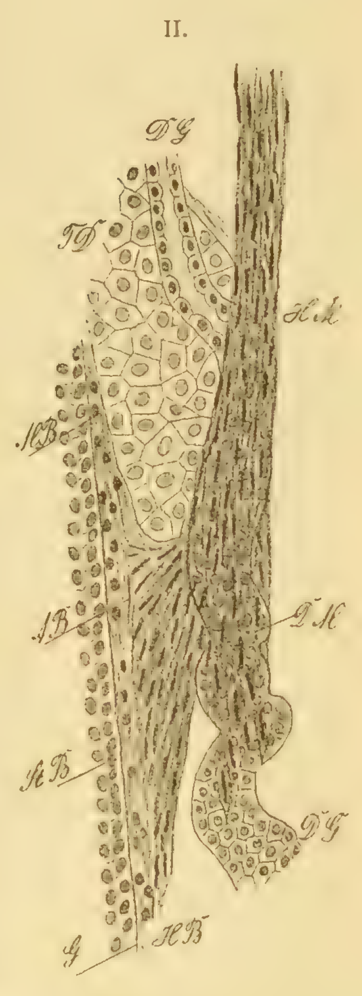
I. Senkrechter Schnitt durch die Mündung der Knäueldrüse.
P = Pore, in welche sich die tieferen pigmentirten Epidermisschichten im Stück weit hereinschlagen, G = Glashaut, DG = Excretionsgang, M = Mündungsstück des Excretionsganges, A = Adventitia, E = Epithel des Secretionsganges.

III.



III. Schnitt durch den Secretionsgang.
E = Epithel M = glatte, quergeschnittene, eigene Musculatur der Drüse (subepithelial bei M_1 in Flächenansicht), G = Glashaut der Drüse, A = Adventitia.

II.



II. Längsschnitt durch die Ansatzstelle eines Haarbalgdrüsenmuskels HM am Haarbalg HB. G = Glashaut des Haarbalges, StB = Stachelschicht des Balges, AB = äussere Balglage, TD = Talgdrüse, DG = Excretionsgang der Knäueldrüse, DM = die, derselben äusserlich aufliegende Drüsenportion des Haarbalgdrüsenmuskels.

mehr fest und fettig (Ohrenschmalzdrüsen, Knäueldrüsen des Sohlenballens, des Strahles, der Thränencarunkel, des Klauensäckchens, der Inguinalfalten) und dient vorzugsweise zur Einfettung der Haut, namentlich an Körperstellen, wo Talgdrüsen fehlen. Beim Schaf ist das Secret der Talg- und Knäueldrüsen als Fettschweiss bekannt.

Die Beschaffenheit des Drüsenepithels wechselt je nach dem Zustand der Ruhe oder Thätigkeit. Im ersteren Falle sind die Zellen hell und cylinderförmig mit grundständigen, ovoiden Kernen. Während der Thätigkeit werden sie granulirt mit mehr central gelagerten, gequollenen Kernen. (Renaut für Pferd, Bubnoff für die Katze.)

Entwicklung der Hautdrüsen. Die acinösen Drüsen entwickeln sich als solide, warzenförmige Sprossen der Stachelschicht und des bindegewebigen Haarbalges, nachdem sich beide Theile in der Haaranlage schon längere Zeit differenzirt hatten. Diese Sprossen sind stets schief zum Grunde des Balges geneigt, flaschen- oder birnförmig. Die Drüsenzellen sind also ursprünglich Epidermiszellen, die sich nachträglich in die producirende und secernirende Lage scheiden. Mit Beginn der fettigen Degeneration der letzteren erhält die Drüse ihre mit Fett erfüllte Lichtung. Die Talgdrüsen ohne Haare bilden sich von der Oberflächenepidermis her und waren wohl früher noch an die Existenz von Haaren gebunden, die im Laufe der Stammesentwicklung verloren gingen.

Die Knäueldrüsen entstehen als solide, senkrecht in die Cutis einwachsende Epithelzapfen mit kolbigem Ende, an deren Aussenfläche sich bald die Glashaut markirt. Da diese Zapfen rascher in die Länge wachsen, als die Cutis an Dicke zunimmt, schlängeln sie sich und bekommen durch das Auseinanderweichen ihrer Zellen eine Lichtung, welche, allmählich bis zur Hautoberfläche fortschreitend, die Pore bildet. Die Entwicklung der auf epidermidalen und damit auf epithelialen und ectoblastischen Ursprung zurückzuführenden glatten Musculatur ist nicht näher untersucht.

Eine modificirte verästelte Uebergangsform zwischen acinösen und tubulösen Hautdrüsen findet sich im Nasenspiegel und der Unterlippe der Wiederkäuer als Flotzmaul- oder Muffeldrüsen. Sie sind den serösen Drüsen beizurechnen (Franck). Ihr Secret erhält die erwähnten Hautparthieen stets feucht. Diese Drüsen haben einen zusammengesetzt tubulösen Bau mit seitlichen, acinösen Ausbuchtungen an den Schläuchen. Sie münden mit deutlichen Poren und bilden auf Schnitten eine gelbe, $1\frac{1}{2}$ *cm* dicke Schicht. Ihr Drüsenkörper ist von einer Bindegewebshülle umgeben, welche zwischen die einzelnen Lappen eindringt. Der Excretionsgang verzweigt sich dicht unter der Mündung mehrfach dichotomisch, und seine leicht gewundenen Aeste theilen sich dann abermals dicho- und trichotomisch zu vielfach gewundenen und ausgebuchteten Schläuchen, welche die Drüsenläppchen bilden.

Das Drüsenepithel ist einschichtig, cylindrisch mit ovoiden Kernen. Die Lichtung der Drüsenschläuche ist eng. Das Epithel der Excretionsgänge ist von epidermidalem Aussehen und weit herein pigmentirt mit deutlicher Hornschicht. Die Lichtung des Ganges ist weit, die Glashaut der Drüse ist wenig deutlich. Glatte Muskeln fehlen. Die Drüsen

entleeren ihr Secret durch den Druck des aponeurotischen Netzwerks der Lippenmusculatur.

In der Rüsselscheibe des Schweines finden sich zusammengesetzte, schlauchförmige Drüsen von colossaler Grösse, etwas kleinere findet man im Nasenspiegel der Fleischfresser. Eine eigene Musculatur fehlt denselben; das aponeurotische Gerüstwerk, in welches sie eingelagert sind, begünstigt die Secretentleerung wie beim Rinde.

An gewissen Stellen findet man bei unseren Thieren in eingestülpten Hautpartiehen grössere Anhäufungen von meist sehr entwickelten acinösen und tubulösen Drüsen. Solche Stellen sind:

Die Analsäcke der Fleischfresser, die Klauensäckchen, die Thränengruben und Inguinalfalten der Schafe, die Carpealdrüsen und der Nabelbeutel der Schweine.

Die Analsäcke sind rechts und links neben dem After gelegene, dünnwandige Säckchen mit enger, neben der Afteröffnung gelegener Mündung. Ihre äussere Fläche ist von einer dem Levator ani und Sphincter externus entstammenden Lage willkürlicher Muskeln überzogen. Auf der Innenfläche münden in das Säckchen selbst tubulöse und acinöse Drüsen ein. Erstere sind zahlreicher und liegen im Grunde des Säckchens. Sie sind durchweg von zusammengesetzter Form. Die acinösen Drüsen liegen bei der Katze an der unteren und inneren Seite in Form zweier linsengrosser, weisser Hervorragungen; es sind stark entwickelte Talgdrüsen. Der Inhalt der Analsäcke besteht meist aus einer starken Schicht sich ablösender Epidermiszellen.

Beim Hunde sind beiderlei Drüsen von zusammengesetzt tubulösem Bau (Franck), die im Grunde des Säckchens gelegenen sind gelblich und besitzen organische Muskelfasern, die am Halse des Säckchens befindlichen sind weisslich, muskellos, modificirte Talgdrüsen (Leydig). Das Secret der Analbeutel ist ein gemischtes, unangenehm riechend, trüb, fettig, von graulicher Farbe. Man findet in ihm Fettcrystalle und Epidermiszellen.

Die Klauensäckchen liegen über dem Querbande zwischen beiden Klauen, haben eine tabakspfeifenartige Form mit nach rückwärts und aufwärts gerichtetem, abgerundetem Grunde und vorderer, enger Mündung. Die eingestülpte Haut trägt kurze Haare und ist mit abblätternder Epidermis bedeckt. Die Haarbalgdrüsen sind klein, die tubulösen Drüsen dagegen sehr mächtig, zusammengesetzt, oft mehrschichtig angeordnet. Sie münden entweder frei an der Innenfläche der Säckchen oder in die Haarbalgtrichter. Sie besitzen spärliche, organische Musculatur (gegen Graff). Die Lichtung des Klauensäckchens ist von fasig zäher Masse erfüllt.

Die im medialen Augenwinkel gelegene häutige Thränengrube des Schafes birgt neben spärlichen, kurzen Härchen (Fig. 258), enorme, zusammengesetzte Talg- und grosse, mit sehr entwickelter Musculatur versehene Knäueldrüsen von sehr flacher Form. Ein Papillarkörper

fehlt, die Epidermis ist dünn, besitzt aber ein starkes stratum mortificatum.

In den Inguinalfalten, seitlich vom Euter, findet man kleine Härchen, einen verkümmerten Papillarkörper, dessen dünne Epidermis ein starkes stratum mortificatum aufweist, und in der Haut fallen die zusammengesetzten Talgdrüsen neben gradezu colossalen gelbbraunen, flachen Knäueldrüsen mit sehr starker Musculatur auf. In ihrer Lichtung liegt krümeliges Secret. Die ganze Mündung und Umgebung der Inguinalfalten ist mit gelben, eingetrockneten, fettigen Secretkrusten beklebt.

Als Carpealdrüsen bezeichnet man 2—4 Cutiseinstülpungen mit grossen, flachen, bräunlichen Knäueldrüsen, welche tief in die Subcutis herabreichen. Ihre eigene Musculatur ist kräftig entwickelt. Das stratum mortificatum der Epidermis ist bedeutend, der Papillarkörper undeutlich. Acinöse Drüsen konnte ich nicht finden.

Ueber den Nabelbeutel siehe Band I, Seite 307.

Die Bedeutung sämmtlicher erwähnter Bildungen ist noch unklar.

Muskeln der Haut.

Man findet in der Haut quergestreifte und glatte Musculatur. Beide Muskelarten können sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig ersetzen.

Die quergestreifte Musculatur ist am reichlichsten an allen Uebergangsstellen in die Schleimhäute der natürlichen Körperöffnungen entwickelt. Ihre Muskelfasern strahlen von den tiefer gelegenen Muskeln in die Haut aus. Reichliche rothe Muskelbündel findet man auch in der Haut des Rückens beim Hund. Alle diese Muskeln stehen theils in Beziehung zu den Haaren (Schnautze), welche sie bewegen (sträuben) können, theils zu den Drüsen, deren Secretentleerung sie durch ihren Druck begünstigen

Eine sehr bedeutende Musculatur besitzen die Bälge der Sinushaare (Dietl, Bonnet). Man kann flache, sich kreuzende, schleifenförmig die Bälge umfassende Bündel, solche, welche vom centralen Pol des einen Balges zum peripheren des nächsten verlaufen, und horizontal die Bälge umspinnende Muskelzüge unterscheiden. Auf der Anwesenheit dieser Musculatur beruht die Moglichkeit, die Sinushaare aufzurichten und wieder glatt anzulegen (Fleischfresser) oder selbe in toto zu heben, zu drehen, oder die einzelnen Haare einander zu nähern. Dem Pferde, Rinde, Schweine fehlt das Vermögen, die Haare in dieser Weise zu bewegen, bei ihnen tritt die sehr bewegliche Lippen- resp. Rüsselscheibenmusculatur vicariirend für die eigene Musculatur der Sinushaare ein.

Glatte Musculatur findet sich in Gestalt von:

a) sogenannten Fleisch-, besser Muskelhäuten am Penis, Hodensack, an den Zitzen, im Augenlid (Müller'scher Muskel) mit circularer

oder radiärer Anordnung der einzelnen Bündel. Die Contraction dieser Muskeln bedingt Runzelung der erwähnten Hautstellen.

b) Haarbalgdrüsenmuskeln (arrectores pilorum, Eylandt), welche in ihrem Auftreten an die Existenz von asinosen Haaren gebunden sind und nur den senkrecht in der Haut stehenden Cilien, den Vibrissen, den Sinushaaren und den von willkürlicher Musculatur versorgten asinosen Haaren der Schnauze fehlen. Die Haarbalgdrüsenmuskeln entspringen mit mehreren Zipfeln als wechselnd starke Bündel dicht unter der Hautoberfläche und inseriren sich, schief in die Tiefe verlaufend und schleuderartig den Grund der Talgdrüsen umfassend, am unteren Drittel der Haarbälge. Der Muskel liegt stets auf der Seite des schief gestellten Haarbalges, welche mit der Hautoberfläche einen stumpfen Winkel bildet und wird vom Gang der Knäueldrüsen durchbohrt. An vielen Regionen der Haut mit grossen Knäueldrüsen umscheidet der Muskel den Excretionsgang ein nicht unbeträchtliches Stück weit und strahlt sogar (Pferd, Hund, Schaf) mit reichlichen Muskelfasern auf die Oberfläche des Drüsenkörpers aus. Mitunter sah ich auch einen besonderen fächerförmigen Ast zur Knäueldrüsen-Oberfläche hinziehen. Fig. 252, M_1. Die Beziehung des Muskels zur Knäueldrüse scheint vielfach intimer zu sein als die zum Haarbalge.

Stehen die Haare in Gruppen, so theilt sich der Muskel, um jeden Haarbalg mit zugehöriger Drüse mit einer Zacke zu versehen.

Die Länge des Muskels steht in geradem Verhältniss zur Länge des Haarbalges, seine Dicke aber ist proportional nicht der Entwicklung des Haares, sondern der zum Haarbalg gehörigen Drüsen, speciell der Schlauchdrüsen. So findet man sehr lange, aber dünne Muskeln an den starken Mähnenhaaren des Pferdes, den Borsten des Schweines und an den grossen Haaren im Kehlgang der Pferde, sehr dicke Muskeln dagegen an den mittelstarken Haaren der Bauchhaut, an den feinen Haaren der Leistengegend (Pferd, Hund, Schaf), an den Extremitätenhaaren. Hier sind aber auch durchweg die Drüsen von bedeutender Grösse.

Am auffallendsten ist die Dicke der Haarbalgdrüsenmuskeln in der Haut des Schafes und Pudels, in welcher zwar sehr feine Haare, aber sehr grosse Schlauchdrüsen zu finden sind. Doppelte Haarbalgdrüsenmuskeln fand ich mehrfach in der Haut des Schweines.

Die Haarbalgdrüsenmuskeln sind reichlich von elastischen Fasern durchflochten, die von ihrer Oberfläche und ihren Enden aus in das elastische Netzwerk der Cutis ausstrahlen.

Die Wirkung der glatten Hautmuskeln ist eine sehr complicirte. Ihre Contraction wirkt zunächst auf die Knäueldrüsen, deren Secretentleerung sie begünstigt, dann auf die Talgdrüsen, welche von dem sie schleuderartig umfassenden Muskel und dem etwas angezogenen Haarbalg — das Haar wird nur bei maximalen Reizen wirklich aufgerichtet und schleift dann mit seiner nach aufwärts verzahnten Cuticula

an der Drüsenmündung vorbei — in die Presse genommen wird. Da aber alle Muskeln einer Region sich gleichzeitig contrahiren und mit dem elastischen Netzwerk der Cutis in Zusammenhang stehen, so werden sie, weil ihre puncta fixa am Haarbalg und nicht an der beweglichen Hautoberfläche (es sei denn, dass diese durch sehr starke Epidermis einen fixen Punkt gewährt) gelegen sind, die Haut im Dickendurchmesser verkürzen und damit regulatorisch auf die Blut- und Lymphcirculation, auf die Drüsensecretion, Hautperspiration und Wärmeöconomie wirken können, wie dies Unna zuerst richtig für den Menschen betont hat. Die bisherige Bezeichnung der Muskeln als arrectores pilorum (Eylandt) oder pressores sebi (Sappey, Hesse) erschöpft ihre Function keineswegs und ist unzureichend.

Blutgefässe der Haut.

Die arteriellen Stämmchen der Haut entstammen den tieferen, die Fascien durchbrechenden Arterien, welche sich auf deren Aussenseite verästeln. Vielfach finden sich arterielle Anastomosen. Am Rumpfe und den Streckseiten der Extremitäten hat eine Arterie grössere Bezirke zu versorgen als an den Beugeseiten.

Die innere Gefässanordnung ist folgende:

Aus den subcutanen Arterienstämmchen erheben sich in der Mitte zwischen je vier (auf dem senkrechten Durchschnitt zwischen je zwei Haarbüscheln oder Haaren emporsteigende Aeste. Von ihnen zweigen ab:

a) je ein Aestchen für die Fettträubchen und den Knäuel der Schlauchdrüsen;

b) ein Aestchen für den Haarbalg und

c) ein solches zur Talgdrüse, welches auch Ausläufer zum Haarbalgdrüsenmuskel sendet.

d) Die Reste des aufsteigenden Arterienstammes bilden die Capillaren der Cutisoberfläche, aus denen je eine Vene entsteht, die neben der entsprechenden Arterie bis zu deren Ursprung herab läuft und die den übrigen arteriellen Seitenzweigen zugehörigen Venenäste sammelt.

Den Bindegewebsmassen zwischen Fett, Muskeln, Drüsen und Haarbälgen fehlen Capillaren völlig (Stirling).

ad a) Jedes Fettläppchen erhält sein eigenes, abgeschlossenes Blutgefässsystem, das durch eine eigene Vene abfliesst. Im Läppchen zerfällt die Arterie rasch in mehrere Zweige. Die von diesen gebildeten Capillaren umspinnen jede Fettzelle mit einer eigenen Masche.

Die Abgabe der Knäueldrüsenäste findet etwas höher statt. Jede Drüse ist von einem characteristischen Capillarnetz umflochten. Cumulirte Knäueldrüsen haben ein gemeinsames Capillarnetz. Die Haarpapille erhält ihre Blutgefässe von dem angeführten Aestchen.

ad b) Aus dem Aestchen für den Haarbalg geht ein weitmaschiges Capillarnetz auf den Aussenflächen des Balges und ein zwischen mittlerer und äusserer Balglage befindliches, engeres Netz mit quergestellten Maschen hervor, beide anastomisiren mit dem aus

c) entspringenden grossmaschigen Capillargebiet für die Talgdrüsen. In dem Haarbalgdrüsenmuskel bilden die Capillaren ein länglich maschiges Netz.

d) Die Aeste für die Cutisoberfläche bilden ein zierliches, complicirtes Capillarnetz, das die Haarbalg- und Knäueldrüsenmündung ringförmig umspinnt und mit



Fig. 261. Senkrechter Schnitt durch die injicirte Hundehaut (nach Stirling). Arterien punktirt, Capillaren und Venen schwarz.
A = Arterie der Subcutis, a = Arterie zur Fetttraube und zum Knäuel der tubulösen Drüse, b = Arterie zum Haarbalg, c = Talgdrüsenarterie mit dem Ast für den Haarbalgdrüsenmuskel, d = Aeste für die Cutisoberfläche respective den Papillarkörper, a_1, b_1, c_1, d_1 = die rückläufigen Venenen.

anastomosirt. Je nach der Entwicklung des Papillarkörpers bilden die Capillaren einfachere oder complicirtere Schlingen, an denen stets ein auf- und absteigender Schenkel und bei den complicirter gebauten die Queranastomosen unterschieden

werden können. In den Papillen des Schweines findet man förmliche Capillarknäuel. Das aus diesen Capillaren hervorgehende, subpapillare Venennetz d_1 ist in Hautbezirken mit grossen Papillen (Lippen) doppelt. Die obere Lage der Venen bildet langgestreckte, engere, die tiefere mehr rundliche und weitere Maschenräume. Aus diesem Netze gehen nach abwärts die Stämmchen hervor, welche die Venen der Talgdrüsen, Haarbälge, Knäueldrüsen und Fettläppchen in sich aufnehmen und in die subcutanen Venen münden. An allen spitz zulaufenden Extremitäten (Ohren, Nasenspitze, Schwanz) findet man directe Uebergänge von Arterien in Venen (Hoyer).

Im Balge der Sinushaare hat man zu unterscheiden:

a) Das Gefässnetz der äusseren Balglage, welches den aufsteigen Cutisarterien entstammt und mit den Capillaren der willkürlichen Haarbalgmuskeln anastomosirt. Von diesem Netze aus gehen die Balglage durchbohrende Aeste entweder herüber auf den Spannbalken zur inneren Balglage oder sie münden in die Lacunen des cavernösen Körpers resp. des Ringsinus. Das Sinuskissen ist stets gefässlos.

b) Die Haarbalgarterie durchbricht die äussere Balglage nahe dem proximalen Balgpole, anastomosirt durch einige Aestchen mit a., verästelt sich dann in zwei übereinander liegende Capillarnetze in der inneren Balglage und speist dann von derselben aus den cavernösen Körper.

c) Die Papille erhält ihr Blut von einer eigenen, kleinen, mitunter mit dem Haarbalggefässe anastomosirenden Arterie. Sie besitzt ein wohlentwickeltes, zierliches Capillarnetz, das durch eine eigene Vene Abfluss erhält.

d) Die nicht unbedeutenden Gefässe der Talgdrüsen und des Haartaschenhalses stammen von den an den Lippen sehr starken, aufsteigenden Hautarterien und speisen theilweise den cavernösen Körper resp. Ringsinus. Ein anderer Theil anastomosirt mit den Capillaren der inneren Balglage.

e) Die Lacunen des cavernösen Körpers sind mit Endothel ausgekleidet. Ringsinus und cavernöser Körper anastomosiren; ihre Abflussbahnen verlaufen im Haartaschenhalse in die ebenfalls an den Lippen sehr starken, subpapillaren Hautvenen.

Die Blutgefässe der Hufe, Klauen, Krallen, Hörner sind im Allgemeinen nach einem und demselben Principe angeordnet. Die zuführenden Arterien in den unteren Theilen der Gliedmassen zeichnen sich durch ihren Reichthum an elastischem Gewebe aus (Möller). In allen den genannten Theilen findet man mehrere übereinanderliegende und untereinander anastomosirende Gefässschichten. Das arterielle Gebiet der Huflederhaut besitzt so zahlreiche Anastomosen, wie kein anderer Körpertheil, wodurch selbst periodische Ausschaltungen einzelner Gefässstämme ohne Nachtheil ertragen werden können. Vielfach finden sich auch hier directe Uebergänge von Arterien in Venen. Endarterien giebt es hier nicht.

In den tiefsten oder periostalen Lagen verlaufen die Gefässe vorwiegend in der Flächenrichtung zur knöchernen Grundlage. In der

eigentlichen Gefässschicht (Huf), findet man sehr weite, vorzugsweise von oben nach unten verlaufende und durch zahlreiche Queräste anastomosirende Gefässe. In sämmtlichen Lederhautblättchen verlaufen die Gefässe fast ausnahmslos in der Blattmitte von oben nach unten, selten durch kleine Queräste anastomosirend und auf der Oberfläche jedes Blättchens ziemlich grobe, spitzwinklige Capillarnetze bildend, welche sich in feinere, den Papillargefässen ähnliche Maschen auflösen. Die Gefässentwicklung in den Papillen steht im graden Verhältniss zur Papillengrösse. Die Gefässe dringen bis dicht unter die Papillenspitze vor, anastomosiren vielfach und erinnern an die Gefässe der Darmzotten.

Die Blutgefässanordnung im Strahl und Strahlkissen deckt sich mit der der Cutis und Subcutis.

Die grösseren Venennetze haben vorzugsweise in der hinteren Abtheilung des Hufes ihre Lage und sind im Vergleich mit den zuführenden Arterien von gewaltiger Entwicklung. Sie liegen hauptsächlich unter dem Kronenwulst und zwischen den Hufbeinknorpeln. Die beim Gehen abwechselnde Belastung und Entlastung wirkt als Pumpe auf das venöse Blut. Sämmtliche Venen sind klappenlos.

Lymphgefässe.

Die Lymphbahnen der Haut sind sehr reichlich und complicirt. Man muss unterscheiden echte, mit Endothel ausgekleidete Lymphgefässe und endothelfreie, intercelluläre Saft- oder Lymphspalten, ferner die Lymphwege der Epidermis und Cutis.

Die Lymphwege der Epidermis verlaufen als präformirte, injicirbare, (Axel, Key und Retzius) intercelluläre Bahnen in den Kittleisten der Stachelschicht und reichen bis dicht unter die Körnerschicht. Man findet sie vielfach von sehr wechselnd gestalteten Wanderzellen durchkrochen. Am reichlichsten sind sie über den Papillenenden, spärlicher in der interpapillaren Epidermis. Die interpapillär gelegenen Poren der Knäueldrüsen sollen mit den epidermidalen Lymphbahnen in Verbindung stehen (Axel, Key und Retzius). Sie wären demnach Abzugscanäle für die Epidermislymphe. Aehnliche Bahnen darf man in den noch nicht verhornten Theilen der Haarwurzel und ihrer Epidermicula, sowie in der Haarwurzelscheide voraussetzen. Im Epidermisbelag der Ausführungsgänge der Knäuel- und Traubendrüsen, in der Stachelschicht der Haarbälge finden sich ebenso angeordnete, interepitheliale Lymphbahnen.

Lymphwege der Cutis. Intercellulare Lymphspalten finden sich reichlich in allen Papillen incl. den Haarpapillen. Sie sind gegen die Peripherie der Papillen etwas grösser, confluiren gegen das Centrum und münden hier in den Anfang eines Lymphgefässes. Ausgedehntere Lymphspalten, die theilweise schon einen Epithelüberzug zu

tragen scheinen, umgeben die Haarbälge, die Haarbalgdrüsenmuskeln und die Knäueldrüsen, weniger entwickelte die acinösen Drüsen. Ebenso sind sämmtliche Bindegewebsbündel und gröbere Fettlappen von Lymphspalten umgeben (Klein).

Die Lymphgefässe der Cutis sind relativ spärlich. Sie beginnen mit den Kittleisten der Epithelien, communiciren in den Papillen und confluiren dann zu einem natürlichen Plexus, der die Haut gleichförmig mit ziemlich weiten Maschen durchsetzt und dessen quere und senkrechte Verbindungsäste nach der Subcutis zu immer breiter werden, um sich dann in derselben zu sehr wenigen grösseren Lymphgefässen mit Muskelwandung (Flemming) zu sammeln.

Die Lymphwege der Anhangsbildungen der Haut sind nur vom Hufe untersucht. Die bis zur Papillenspitze reichenden intrapapillaren

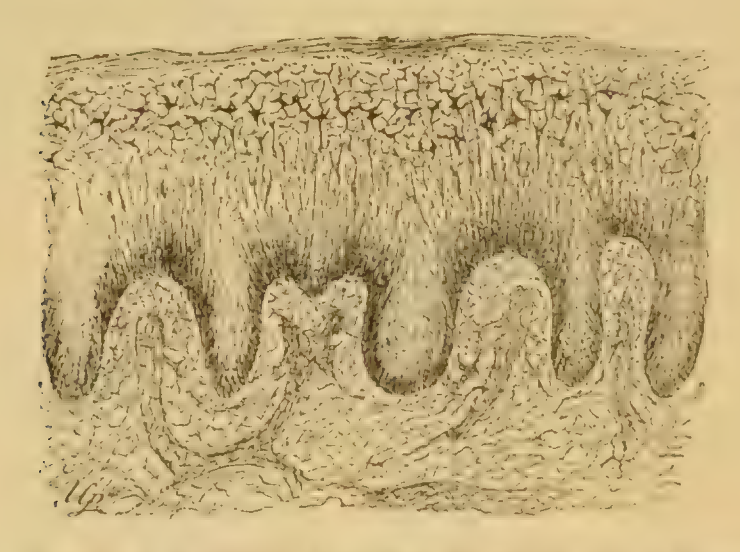


Fig. 262. Vergoldung sämmtlicher Lymphwege der Papillen und der Epidermis einer leicht ödematösen Haut (nach Unna).

Lymphgefässe münden an der Papillenbasis in ein weites Lymphgefässnetz der Sohle und des Strahles. In den Cutisblättchen der Wand sind sie bis dicht an die Oberfläche zu verfolgen. Wie es scheint steigt die Mehrzahl derselben in der Querrichtung der Secundärblättchen in die Hauptblättchen, um in denselben vom freien Rande zur Basis zu verlaufen und um die im Centrum der Blättchen in deren Längsrichtung verlaufenden grösseren Blutgefässe Schlingen zu bilden. Diese vereinigen sich zu einem Stamme, der in der Blättchenbasis in ein grösseres Lymphnetz mündet. Im Stratum vasculosum begleiten die Lymphgefässe die von derbem Bindegewebe umgebenen Blutgefässe und verlassen nach Vereinigung zu grösseren Stämmen die Hornkapsel (Möller).

Im Strahlkissen sind die Lymphbahnen der beiden seitlichen Hälften

wahrscheinlich von gewisser Selbständigkeit mit nur untergeordneter Communication beider Seiten (Möller).

Die epidermidalen Lymphwege des Hufes sind zur Zeit noch nicht untersucht.

Das Vorhandensein von interepidermidalen Lymphbahnen in der Haut erklärt die Möglichkeit einer Infection durch nicht blutende und deshalb leicht zu übersehende Hautverletzungen oder durch künstliche Impfung in die Epidermis.

Nerven der Haut und ihrer Anhänge.

Schon in der Subcutis zerfallen die peripheren Nervenstämme in feinere Bündel markhaltiger Fasern, von denen Zweige zu den theilweise schon hier gelegenen, sensiblen Terminalkörperchen abgehen. Die grösseren Aeste dringen aber, meist mit den Blutgefässen und zwischen Bindegewebsbündeln verlaufend, in die Cutis ein, um in derselben ein sehr entwickeltes Flechtwerk zu bilden, dessen Maschen und Fasern gegen die Hautoberfläche zu an Kaliber abnehmen.

Von diesem Plexus aus dringt eine beträchtliche Menge theilweise noch markhaltiger Fasern in die Epidermis ein. Ein anderer, meist aus marklosen Fasern bestehender Theil, der uns hier nicht weiter interessirt, erreicht an den in der Cutis gelegenen Blutgefässen und Muskeln sein typisches Ende oder geht zu den Hautdrüsen, zwischen deren Lappen und Knäueln einzelne Nervenfasern verfolgt werden können, ohne dass jedoch ihre Endigung sicher zu erkennen ist. Der Rest der dem Hautplexus entstammenden Fasern endigt nach vielfachen Theilungen in den in der Cutis gelegenen Terminalkörperchen.

Vor allem reich an sensiblen Nervenendigungen ist die Haut der Uebergangsstellen in die Schleimhäute. Soweit letztere entwicklungsgeschichtlich als Derivate der Haut aufzufassen sind, findet sich in ihnen dasselbe Princip der Nervenendigung wie in der Haut.

Ueber die wegen der Schwierigkeit der Untersuchung vielfach strittige Art der Endigung der sensiblen Hautnerven hege ich nach theilweise erneuten, eigenen Untersuchungen folgende Anschauung.

Die sensiblen Nerven enden entweder mit Zellen, in Zellen oder in Terminalkörperchen. Ausserdem finden freie Nervenendigungen statt. (Siehe Bd. I, S. 221 u. ff.)

Die vielfach behaupteten, geschlossenen Terminalnetze existiren nicht; sie werden entweder durch unvollständige Vergoldung der feinsten Nervenausläufer oder durch Verwechslung vergoldeter, elastischer Faser- oder Lymphgefässnetze mit Nerven vorgetäuscht.

I. Die Nervenendigung mit Zellen, Tastzellen, wurde von Merkel in der Epidermis des Schweinerüssels entdeckt und von mir bestätigt. Auch in der Epidermis anderer Säuger konnte Merkel Tastzellen in wechselnder Menge nachweisen.

Man findet namentlich an der Grenze der interpapillaren Epidermis unbehaarter oder dünnbehaarter Hautstellen (Rüsselscheibe des Schweines) dicht über der Grenzmembran helle, leicht zerstörbare, blasige, an

Knorpelzellen erinnernde Gebilde von ovaler Form mit scharfem, glatten Contour, nebst Kern und Kernkörperchen.* Viele Zellen sind mehr birnförmig, alle aber mit ihrem Längsdurchmesser parallel der Hautoberfläche gestellt und stets auch in pigmentirter Epidermis völlig pigmentfrei. Im Schweinerüssel in Gruppen gehäuft, treiben sie die Enden der interpapillaren Epidermis vielfach kolbig auf. Nur vereinzelte rücken ausnahmsweise weiter gegen die Epidermisoberfläche, aber niemals über die Stachelschicht hinaus vor.

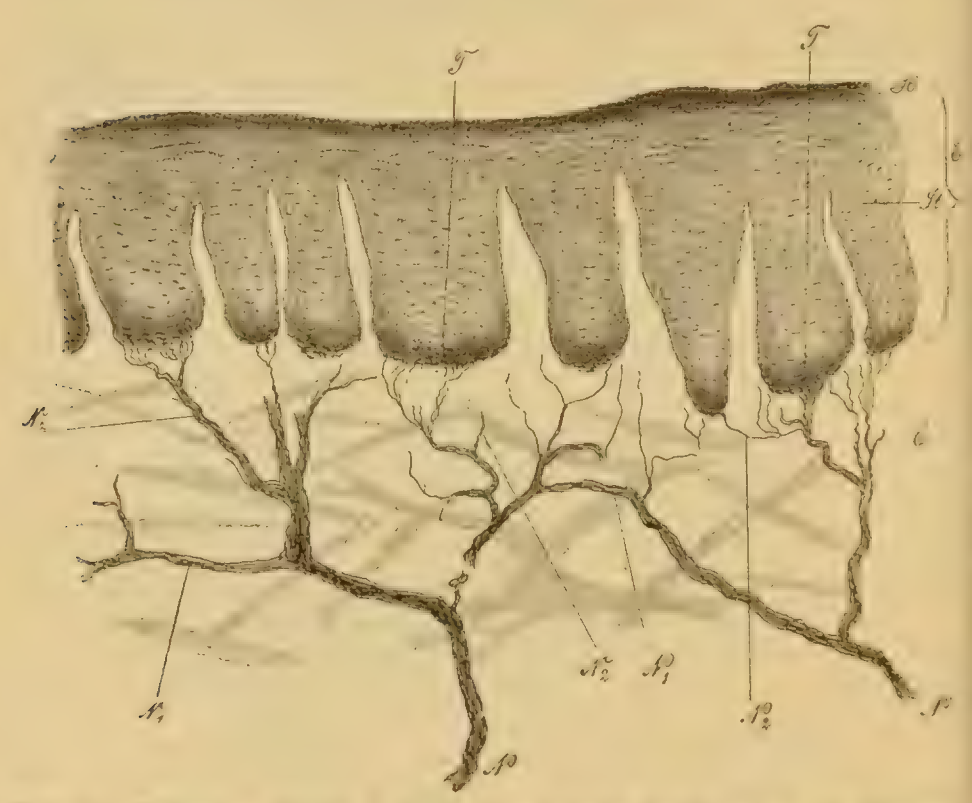


Fig. 263. Senkrechter Schnitt durch die Rüsselscheibe des Schweines. Goldpräparat. Vergr. ca. 80.
N = die von der Tiefe in die Haut aufsteigenden Nervenäste, N_1 = Nervengeflecht der Cutis, N_2 = Nervenfasern zur Epidermis aufsteigend, *C* = Cutis, *E* = Epidermis. *St* = Stachelschicht und *H* = Hornschicht derselben, *T* = Tastzellenlagen.

Die Nerven treten stark gewunden in Büscheln durch die Grenzmembran, verlieren meist rasch ihre Markscheide und stehen mit den

* Ich habe das Vorhandensein der genannten Gebilde in der Rüsselscheibe des Schweines und in der Stachelschicht des Balges der Sinushaare zuerst bestätigt, dieselben aber als eine Art Endknospen aufgefasst, indem ich annahm, dass die Schwann'sche Scheide der Nervenfaser die Hülle, der etwas anschwellende Achsencylinder, die kugelige, von Merkel als Kern aufgefasste, centrale Masse der kleinen Endapparate bilde. Auf Grund erneuter Untersuchungen rectificire ich nun diese Anschauung.

Tastzellen in directem Zusammenhang (Bonnet). Jede Tastzelle bildet das Ende einer Nervenfaser. Das feinere Verhalten ist wegen der Zartheit der Tastzellen an Goldpräparaten nur unvollkommen zu erkennen. Die Tastzellen schrumpfen und das Nervenende bildet meist einen kleinen unregelmässigen, stern- oder strichförmigen Klex (siehe Fig. 263). Klare Einsicht geben in $^1/_3$ pCt. Chromsäure gehärtete und (nach Weigert) mit Hämatoxylin überfärbte, nachträglich bis zur scharfen Differenzirung mit einer alcalischen Lösung von rothem Blutlaugensalz behandelte Präparate.

Die tintenschwarz gefärbten Nerven treten an solchen einzeln mit Tastzellen in Zusammenhang. Die Schwann'sche Scheide der Nervenfaser bildet die Membran der Tastzelle, deren Kern hellgelb gefärbt und von einem hellen Hofe umgeben ist. Der Achsencylinder bildet, wie das auch an guten Goldpräparaten deutlich ist (Bonnet), inner-

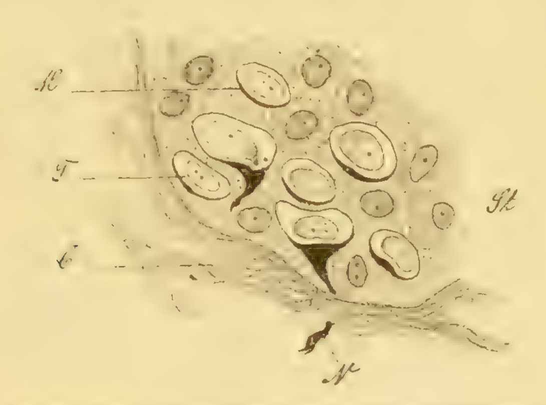


Fig. 264. Tastzellen aus der Spitze der interpapillaren Epidermis der Rüsselscheibe des Schweines. Weigert'sche Chromsäure — Hämatoxylin — Blutlaugensalzbehandlung. Vergr. 850.
C = Cutis, *St* = Stachelzellen der Epidermis, *T* = Tastzellen, die unterste links in deutlichem Zusammenhang mit einer Nervenfaser *N*, *M* = Menisken durch die Behandlung des Präparates ebenso wie die Nervenfasern tintenschwarz gefärbt.

halb der Zellmembran einen kleinen, concav convexen Meniscus von schwarzer Farbe, dessen peripherer Contour scharf markirt ist, während der kernwärts gelegene oft leicht verwaschen und undeutlich in die helle Substanz des Zellkörpers übergeht. (Fig. 264.) Fast durchweg liegen die Menisken am unteren Zellcontour, mit ihrer Convexität der Grenzmembran zugekehrt.

Der histologische Werth der Tastzellen, ob Neuroepithel- oder periphere Ganglienzelle, ist noch unklar.

Wegen leichter Zerstörbarkeit sind die Tastzellen von verschiedenen Autoren je nach der Art der Vorbehandlung verschieden geschildert und gedeutet worden. Ranvier lässt seine »Tastmenisken« die Tastzellen nur berühren und fasst die Menisken als Anfänge einer nervösen Terminalverästelung auf, da sie durch feine Ausläufer mit einander anastomosiren sollen. Andere fassten sie als sternförmig verästelte und

mit ihren Ausläufern anastomosirende Ganglienzellen auf (Sertoli, Richiardi). Krause leugnet unbegreiflicher Weise die Existenz der Tastzellen gänzlich.

Vorkommen: Ausser in der Rüsselscheibe des Schweines finden sich Tastzellen vereinzelt in den Epidermispolstern der Katzenschnauze und der Lippe des Pferdes. Sehr zahlreich findet man sie in den erwähnten Stellen beim Hunde, Schaf und Rind. Ferner sind sie in den Ballen des Schweines, dann an der Grenze der Hornsohle beim Kalb und an der Grenze der behaarten Haut in den Zehen- und Sohlenballen von Hund und Katze vorhanden (Merkel).

An behaarten Hautstellen findet man sie nur spärlich, sie werden hier für die Haare verbraucht (siehe unten).

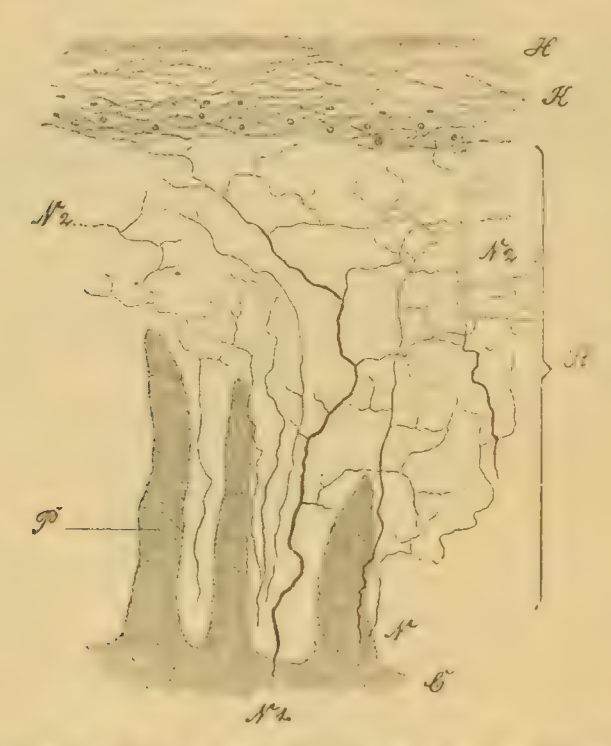


Fig. 265. Senkrechter Schnitt durch die Rüsselscheibe des Schweines vergoldet. Vergr. 300.
C = Cutis, P = Papillen, N N_1 = aus dem Cutisgeflecht in die Epidermis eintretende, bei N_1 markhaltige Nervenfasern und ihre feinere Verästelung, N_2 = Auflösung derselben in Körnchenreihen, St = Stachelschicht der Epidermis, K = Körnerschicht, H = Hornschicht derselben. Die Tastzellenhaufen sind an diesem Präparat nicht vergoldet.

II. Eine zweite Art der Nervenendigung mit eigenthümlichen in der Stachelschicht meist gruppenweise über den Papillenspitzen gelegener Zellen, Langerhans'schen Zellen, die noch von einzelnen Beobachtern vertreten wird, kann ich nicht anerkennen. Der Zusammenhang der sternförmigen, mit langen, oft verzweigten Ausläufern versehenen und sich in Gold schwärzenden Zellen ist von Langerhans vermuthet, von späteren Untersuchern (Eberth) aber nicht bestätigt worden. Es handelt sich um pigmentfreie Wanderzellen, wie sie sich in wechselnder Menge in der Stachelschicht vorfinden (Merkel, Bonnet).

III. Die Nervenendigung in Zellen der Stachelschicht ist für einen Theil der in die Epidermis eintretenden und nicht mit Tastzellen endenden Nervenfasern wahrscheinlich. Sie sind am schönsten an Goldpräparaten von kahlen oder wenig behaarten Hautstellen — in der Rüsselscheibe des Schweines (Mojsisovics, F. E. Schultze, E. Fischer, Ranvier, Bonnet), dem Flotzmaul des Rindes (Cybulski), der Lippe des Pferdes (Paladino) und dem äusseren Ohr (Wjeliky). Die Nerven der Epidermis treten deutlich aus dem Cutisgeflecht in die Papillen oder, mantelartig letztere umgebend und oft garbenförmig ausstrahlend, theils markhaltig, theils marklos in die Epidermis ein (gegen W. Krause und Wolff, welche dieselben leugnen), theilen sich hier wiederholt und verlaufen vielfach geknickt und gewunden zwischen den Stachelzellen, um sich schliesslich, varicös werdend, in feine Körnchenreihen aufzulösen. Sie sind deutlich bis an die Körnerschicht zu verfolgen. (Siehe Fig. 265.)

Die Endigung dieser Nerven ist zweifelhaft.

Nach Pfitzner soll jede Faser im Innern des Zellkörpers zu einem Endknöpfchen anschwellend enden. Jede Zelle enthält zwei, aus verschiedenen Fasern entstammende Enden. Diese Art der Endigung wurde von Unna für die menschliche Epidermis bestätigt, ich selbst konnte sie nicht mit Sicherheit constatiren.

IV. Freie Nervenendigungen mit kleinen Endknöpfchen zwischen den Zellen finden sich für einen Theil der geschilderten Nervenfasern nach verschiedenen Autoren (Merkel, Unna u. A.)

(Siehe auch Nervenendigungen an den Haarbälgen.)

Eine eigenthümliche Ansicht über die Endigung der Epidermisnerven vertritt Ranvier. Die Terminalfäden sollen unter Bildung von Tröpfchen und Körnern interepithelial zerfallen; letztere würden schliesslich in der Epithelmasse frei und mit den Producten der Exfoliation nach aussen geschafft.

V. Die Nervenendigung in Terminalkörpern beschränkt sich auf die Cutis und Subcutis und rückt niemals in die Epidermis vor. Sie findet stets nach demselben Principe statt in Gestalt eines nackten, ungetheilten oder getheilten, knopfförmig aufgetriebenen Achsencylinders, dessen bindegewebige Umhüllungen aber nach Masse und Anordnung wechseln können (Schwalbe).

1. Die Nervenfaser endet nach Verlust der Markscheide mit einfachem oder gegabeltem Terminalknopfe in einem einfachen Innenkolben, dessen blättrige Bindegewebsumhüllung durch lamelläre Zerspaltung der blätterigen Nervenscheide gebildet wird. Hierher gehören:

a) die einfachen Endkolben (Schwalbe),



Fig. 266.
Endkolben aus der Conjunctiva des Kalbes.

Kolbenkörperchen (Merkel), cylindrische Endkolben (W. Krause), wie sie mit meist parallel zur Oberfläche gestellter Längsachse in der Cutis und den angrenzenden Schleimhäuten zu finden sind. Sie sind meist gerade gestreckt, seltener leicht wellig gebogen. Die Terminalfaser endet entweder abgerundet ohne merkliche Auftreibung oder mit einem kleinen Endknopfe in dem fein granulirten, längsgestreiften Innenkolben, dem jede kernähnliche Bildung fehlt. Seine Streifung ist der optische Ausdruck eines lamellös geschichteten Baues. Die Hülle besteht aus 2—5 zarten, kernbesetzten, glashellen, durch feine Spalträume getrennten Häutchen, deren innerstes direct dem Innenkolben aufliegt.

Vorkommen: Im Flotzmaul des Rindes (W. Krause, Cybulski) findet man mitunter bis zur Papillenoberfläche vorrückende Endkolben, oft zu 4—5 an einem Nerven hängend. Die grösseren sind länglich schmal, die kleineren birnförmig. Sie liegen hier meist nahe den grösseren Nervenstämmen, oft sogar in deren bindegewebiger Scheide (Nervi nervorum). Ausserdem findet man sie hauptsächlich in der Umgebung der Drüsengänge. Ferner sind einfache Endkolben nachgewiesen im Schweinerüssel (Schwalbe); in der Lippe des Pferdes, des Hundes, der Katze; in der glans penis und clitoridis beim Rind, Schaf und Schwein; in der Haut der Sohlen- und Zehenballen der Katze (W. Krause, Bonnet).

b) Die meist schon mit blossem Auge sichtbaren, milchartig durchsichtigen Vater-Pacini'schen Körperchen sind — wenigstens beim Säuger — nur nach Grösse und Aufbau stärker entwickelte, einfache Endkolben.

Die durch Lymphspalten getrennten Bindegewebslamellen der Hülle können bis auf 60 vermehrt erscheinen. An der Peripherie des streifigen Innenkolbens bemerkt man einzelne Bindegewebszellen (den Kolbenzellen W. Krause's) angehörige Kerne.

Die Vater-Pacinischen Körperchen liegen meist tiefer als die vorige Species, in der Subcutis, vielfach aber auch in anderen bindegewebigen Regionen, z. B. dem Periost, zwischen den Muskeln, ja selbst in inneren Organen (Mesenterium der Katze). In der Haut findet man sie in den Zehen- und Sohlenballen der Katze, im Strahlkissen des Pferdes (Piana, Franck), in den Analsäcken der Katze (Chodakowski), in der glans penis und clitoridis beim Schwein (Nylander, Kolliker, W. Krause). Meist liegen sie in Gruppen.

2. Die Nervenfaser endet mit verzweigter, gewundener und verschlungener Terminalfaser in einem verzweigten und verschlungenen Innenkolben, der von einer glatten Kapsel umschlossen wird.

a) Zusammengesetzte Endkolben (Schwalbe), kugelige Endkolben (W. Krause), Tastkörperchen (Merkel).

Eine oder mehrere markhaltige Fasern treten an den Endkolben heran. Im letzteren Falle stammen dieselben aus einer sich theilenden Faser.

Die Fasern treten in die Hülle ein und ziehen in markhaltigen Windungen eine Strecke weit auf der Oberfläche des Innenkolbens entlang und bilden mitunter in der Hülle einen mehr oder weniger dichten Nervenfaserknäuel. Die Faser nimmt (durch Theilung?) rasch an Dicke ab und tritt, unter Markverlust sich in blasse Terminalfasern

verästelnd, in den ebenfalls getheilten Innenkolben ein, um in demselben knopfförmig zu enden. Die Hülle des Endkolbens besteht aus ein oder zwei kernhaltigen, glashellen Membranen, welche in die Perineuralscheide der in den Endkolben eintretenden Nervenfaser übergehen. Der fein granulirte Innenkolben bildet durch seine Theilungen und Aufknäuelungen im optischen oder natürlichen Querschnitt diverse rundliche Felder mit centraler Terminalfaser.

Diese Felder werden von manchen Autoren als Zellen gedeutet. Merkel hält sie für Tastzellen, in denen die Terminalfaser enden soll. Krause betrachtet sie als bindegewebige, zwischen den Nervenenden gelegene Kolbenzellen. Die vermeintlichen Kerne dieser Zellen sind nach Schwalbe's und meiner Ansicht die Querschnitte der im Innenkolben verlaufenden Terminalfasern.

Vorkommen: Hierhergehörige Körperchen habe ich in der Cutis der Pferdelippe gefunden.



Fig. 267. Zusammengesetzter Endkolben.

1 = Hülle mit Kernen, 2 = Kern der Perineuralscheide der zutretenden, markhaltigen Nervenfaser. Letztere verläuft innerhalb der Hülle des Endkolbens vielfach gewunden. Die Doppelkreise innerhalb der Hülle entsprechen den Querschnitten des verzweigten Innenkolbens mit je einer centralen Terminalfaser, bei 3 = Schiefschnitt des Innenkolbens und seiner Terminalfaser.

b) Die Genitalnervenkörperchen, Wollustkörperchen, können als Gruppen engverbundener und von einer eingeschnürten Hülle umgebener, zusammengesetzter Endkolben aufgefasst werden. Sie haben eine bohnen- bis maulbeerartige Form, mit 1—5 Einschnürungen. In die bis 8fach geschichtete Bindegewebshülle treten 1—4 markhaltige Fasern, welche nach Theilung und Markverlust in dem Innenkolben, der alle an der Oberfläche des Körperchens bemerkbaren Knickungen wiederholt, enden. Fundort: Clitoris des Schweines, Penis des Katers.

Da diese Körperchen nach Bense dem Hunde und Schafe fehlen und ausserdem oft mit Endkolben gemischt einem und demselben Nervenast aufsitzend (Finger) gefunden werden sollen, so sind sie nicht als eine von den übrigen Terminalkörpern specifisch verschiedene Form sondern als Uebergangsformen aufzufassen.

c) Die Meissner'schen Tastkörperchen sind bislang bei unseren Haussäugern nirgends gefunden worden.

3. Die Nervenknäuel, eigenthümliche, vielfache Durchschlingungen einzelner oder mehrerer markhaltiger, meist sich theilender Nervenfasern mitten in der Cutis oder in den angrenzenden Schleimhäuten gelegen, kommen in der Lippe des Pferdes vor (Gerber, Bonnet). Sie sind im Ganzen ziemlich selten und von unklarer Bedeutung. Streng genommen sind sie von den Nervenenden zu trennen.

Nervenendigungen an den Hufen, Klauen, Krallen, Hörnern.

In der Cutis und Epidermis der genannten Hautregionen scheint die Nervenendigung theilweise in Tastzellen stattzufinden (Merkel). Genaueres ist zur Zeit nicht ermittelt.

Nervenendigungen in den Haarbälgen.

I. Zu den asinosen Haarbälgen treten ein oder mehrere Stämmchen markhaltiger Fasern. Meist stark geschlängelt umspinnen sie, sich in einzelne Fasern auflösend, den Haarbalg und bilden einen eigenthümlichen, dicht unter der Talgdrüsenregion gelegenen Terminalapparat blasser Endigungen, in dem sie die äussere und innere Balglage durchbohren und

a) in röhrigen, circulären Falten der an dieser Stelle verdickten Glashaut einen Ring blasser Fasern bilden (Schöbl, Arnstein, Bonnet, Merkel), Fig. 268 N_1, die theilweise in Tastzellen unter der Glashaut enden (Merkel, Bonnet), theilweise in ihrer Endigung unklar sind; ferner

b) zum Theil einen eigenthümlichen Mantel parallel gestellter lanzett- oder strichförmiger, blasser, freier, zwischen Glashaut und Stachelschicht des Balges gelegener Nervenenden bilden, deren feine Spitzen alle in einem Niveau scharf abgeschnitten endigen. (Arnstein, Bonnet, Merkel.) Die Zahl dieser lanzettförmigen Enden kann an einem Haare zwischen 20—50 betragen.

II. Nervenendigung in den Sinusbälgen.

Auch hier treten meist 2—4 Stämmchen zum Balge, dessen äussere Lage sie beiläufig am oberen Ende des unteren Drittels perforiren, um dann, die Spannbalken als Brücken benutzend, zur inneren Balglage herüberzuziehen, in welcher sie einen spitzwinkligen, superficiellen Plexus markhaltiger Stämmchen und ein tiefliegendes, die Glashaut berührendes Geflecht einzelner, markhaltiger Fasern bilden. Ein Theil der letzteren endet theilweise schon in halber Höhe des Balges, die Glashaut durchbohrend, in einzelnen Tastzellen. Die Fasern des oberflächlichen Plexus durchbohren an einer durch eine leichte Auftreibung der Stachelschicht des Balges markirten Stelle unter Markverlust die Glashaut und enden in einem einschichtigen, zwischen Glashaut und Stachelschicht gelegenen Tastzellenmantel (Bonnet, Merkel)

Ranvier spricht auch hier von den Tastzellen sich anschmiegenden Tastmenisken, welche durch feine Fasern zu einem Plexus verbunden sein sollen. Sertoli und Richiardi schildern einen mantelartigen Plexus sternförmiger, mit ihren Ausläufern

anastomosirender Ganglienzellen. Sämmtliche Forscher sind durch die Wirkung übermässiger Vergoldung getäuscht worden.

Es ergiebt sich nach Untersuchung mit der Weigert'schen Hämatoxylin - Blutlaugensalzmethode genau dasselbe Verhalten der

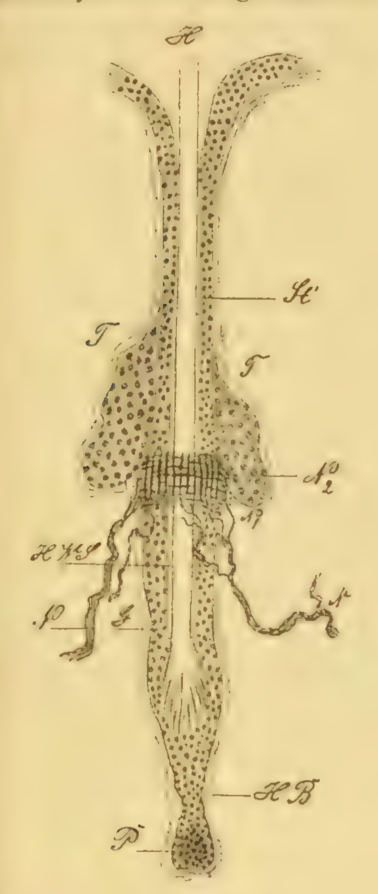


Fig. 268. Nervenendapparat an einem asinösen Haarbalge der Katzenlippe. Goldpräparat. Das Haar wird gewechselt. Vergr. 80.
H = Haar, HB – Haarbalg, St = Stachelschicht des Balges, HWS = Haarwurzelscheide, G = Glashaut des Balges, T = Talgdrüsen, P = Papille, N = von zwei Seiten zum Balg tretende, markhaltge Nervenstämmchen, N_1 = Terminalring circulärer blasser Fasern, N_2 = Terminalmantel der lanzettförmigen freien Enden.

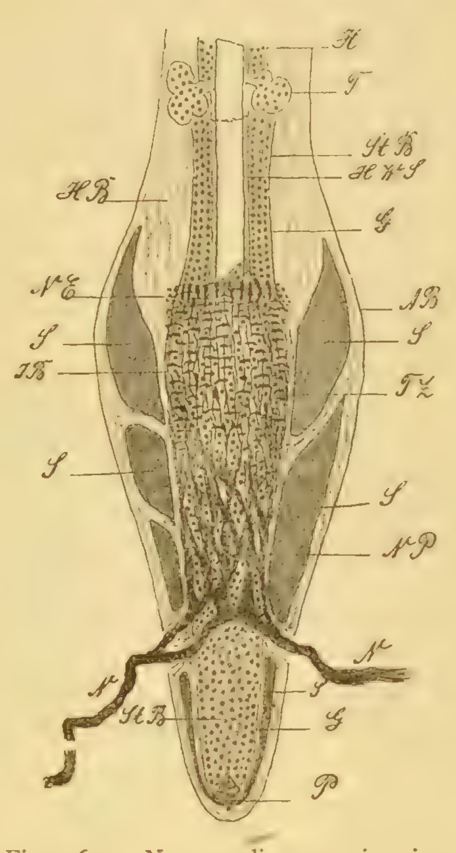


Fig. 269. Nervenendigungen in einem Sinusbalge vom Schwein. Goldpräparat. Vergr. 50.
H = Haar, T = Talgdrüsen, StB = Stachelschicht des Balges, HWS = Haarwurzelscheide, G = Glashaut, AB = Aeussere Balglage, JB = Innere Balglage, S = Sinus, P = Papille, N = Nervenstämmchen, NP = Superficieller Plexus, TZ = Tastzellenmantel mit durch die Goldbehandlung geschwärzten Menisken, NE = Spatelförmige Nervenenden, über denselben sind einige feine marklose Circulärfasern sichtbar.

Nervenfasern zu den Tastzellen wie in der Epidermis des Schweinerüssels, mit der die Stachelschicht des Balges ja auch genetisch identisch ist.

Ein weiterer Theil des superficiellen Terminalplexus endet in der-

selben Höhe, abschneidend mit spatelförmigen Endigungen ausserhalb der Glashaut über der erwähnten Anschwellung der Stachelschicht des Balges. (Bonnet, Ranvier.)

Zu dieser Anordnung gesellt sich bei nächtlichen Thieren noch ein an derselben Stelle gelegener, einem von oben her kommenden Nervenstämmchen entstammender Ring markhaltiger Fasern, dessen Enden jedoch unklar sind.

Dem intraepithelialen Nervennetz der Epidermis entsprechende Fasern habe ich in der Stachelschicht des Balges nur ausnahmsweise zu Gesicht bekommen. Ihre Endigung blieb auch hier unklar.

Die Papille ist in asinosen und Sinushaarbälgen stets frei von sensiblen Nerven.

Jedes Haar stellt mit den in seinem Balge gelegenen Nervenenden einen Tastapparat dar, indem das Haar als elastischer Hebel jede Excursion seines Schaftes auf den rings um dasselbe im Balge gelegenen Terminalapparat überträgt. Durch die stärkere Füllung des Blutsinus kann die Feinheit der Perception gesteigert werden. Die schlingenartige Biegung der zutretenden Nervenstämme schützt die Nerven vor Zerrungen bei Bewegungen des Balges durch die Hautmusculatur.

Die Glöckchen und Berlocken der Haut, welche sich als wechselnd entwickelte, kegelförmige Hautanhänge bei manchen Ziegen und Schweinen am oberen Ende des Kehlganges meist zu zweien finden, sind stehengebliebene Rudimente wahrscheinlich des 3. Kiemenbogens. Sie enthalten, von der allgemeinen Decke überzogen, einen spangenartigen Netzknorpelstreifen, der an seinem abgeflachten, oberen Ende an der medialen Seite von einer Arterie und Vene durchbohrt wird. Ausserdem findet man in ihnen mit dem Halshautmuskel zusammenhängende quergestreifte Muskelfaserausstrahlungen.

Der Circulationsapparat.

Von

Dr. M. Sussdorf,

Professor in Stuttgart.

A. Das Blutgefässsystem.

Die Blutgefässe lassen drei durch physikalisch-physiologische Eigenschaften und histologischen Bau verschiedene Abschnitte Arterien, Capillaren und Venen, unterscheiden. Zwischen Venen und Arterien ist als ein bezüglich seiner inneren Einrichtung wie seines Baues abermals eigenartiger vierter Abschnitt, das Herz, eingeschaltet.

I. Die Blutgefässe.

1. Allgemeines. Die Blut und Lymphgefässe bauen sich aus den Elementen des Binde- und Muskelgewebes auf. Wie in allen Organen, so gesellen sich dazu auch in diesen die Bahnen für die Ernährungsflüssigkeit, die Vasa vasorum und die Nerven.

In allen Gefässen wird die innerste, mit der Inhaltsflüssigkeit in direkten Contakt tretende Wandschicht durch eine einfache Lage flacher Endothelzellen gebildet. In den Capillaren kommt dieselbe überhaupt allein zur Verwendung, in den Arterien und Venen umgiebt sie sich indessen mit den übrigen Formelementen der genannten Gewebe zu einer mehrschichtigen, in den grossen Gefässen (Aorta des Pferdes) 5—6 mm starken Lage. Man kann dann wohl drei concentrisch umeinander geschichtete Häute mehr oder weniger deutlich in der Gefässwand unterscheiden, die entsprechend ihrer Lage zum Gefässlumen als Tunica intima, Tunica media und Tunica externa bezeichnet werden.

Diese drei Häute besitzen in weiterer Entwicklung insgesammt eine elastisch-fibrilläre Grundlage, welcher die Zellen des Binde- und Muskelgewebes eingewebt sind. Das gegenseitige Verhältniss zwischen den beiden Gewebsformationen gestaltet sich dabei gewöhnlich in jeder der drei Häute anders, unterliegt aber auch in der einzelnen Haut allerhand Schwankungen, abhängig von äusseren mechanischen, individuellen und

Altersumständen und namentlich auch von dem Kaliber der Gefässe und dem darin herrschenden Drucke (Bardeleben).

II. Die Capillargefässe. Bau. Die Capillaren stellen feinste, bald mehr abgegrenzte, bald mit der Nachbarschaft innig verbundene, dünnwandige Röhren dar, welche von einer scheinbar structurlosen, doppelt contourirten, nur etwa 1—1,5 μ dicken Membran gebildet werden, die in ziemlich gleichmässigen Interstitien wechselständig gekernt ist. Durch Behandlung mit Silbernitrat jedoch erhält diese Membran mit Ausnahme nur einiger weniger Capillaren (wie der Leber und Chorioidea) ein sehr zart netzaderiges Aussehen (Fig. 270), wie man ein solches bei der gleichen Manipulation auch auf den endotheltragenden Häuten beobachtet (Hoyer, Auerbach, Eberth, Aeby, Chrzonszczewski 1865 und 1866).



Fig. 270.

Auf Grund dessen muss man sich die Capillarröhre als eine durch Aufrollung membranartig aneinander gekitteter Endothelzellen gebildete Röhre vorstellen, die deshalb Endothelrohr (His), Perithelrohr (Auerbach), Zellhaut (Remak), primäre Gefässhaut genannt worden ist. — Die einzelne Zelle zeigt meist eine langgestreckte, spindelförmige, zuweilen auch mehr breit polygonale Gestalt und homogenen Zellleib mit centrisch gelagertem Kern. Im gefüllten Gefässe ist sie flach. Ihr Rand ist entweder schwach gelappt, gezackt (Eberth u. A.) oder bei starker Ausdehnung höchstens etwas buchtig (Chrzonszczewski). Mit ihren zugespitzten Enden in einander greifend bilden die Endothelzellen in den feineren Capillaren je nur an den breitesten Partien der Zelle die Wand in der Einzahl, im übrigen bedarf es, insbesondere in den weiteren Haargefässen, deren zwei, drei, selbst fünf zur Herstellung eines Querschnittes.

Wie in den dunklen Kittlinien der mit Silbernitrat imprägnirten Endothelialbekleidungen überhaupt (vergl. auch pag. 125), so werden auch, und das zwar häufiger bei den niederen Vertebraten als bei unseren Säugethieren, in den Capillarwandungen dunkle Flecken, kernlose Felder (Auerbach's Schaltstücke) und scharfumgrenzte Lücken in den Silberlinien beobachtet. Schon Cohnheim hat die letzteren unter dem Namen der Stomata für die Diapedese der farblosen Blutzellen dienende, präformirte Oeffnungen der Gefässwand bezeichnet und von J. Arnold, der die grösseren als Stomata, die kleineren als Stigmata unterscheidet, ist diese Ansicht von neuem vertheidigt worden. Dem gegenüber betonen J. Eberth, Ranvier u. A., dass dieselben, weil

einmal solche Schaltstücken ähnliche Zeichnungen auch in den Zellen selbst auftreten und weil die sogenannten Stomata ferner an den Capillaren lädirter seröser Häute, aus denen somit eine stärkere Emigration von Leukocyten stattgefunden hatte, weit zahlreicher sind, nicht präformirt existiren, sondern erst dem Durchtritte der Blutzellen ihren Ursprung verdanken. Eberth speciell hält die von den farblosen Blutzellen zum Durchtritte benutzten Oeffnungen der Capillarwand von Haus aus für »feine, nicht sichtbare Poren«.

Ob und in welcher Ausdehnung die Capillarwand ein blosses Endothelrohr, ist noch unentschieden. Chrzonszczewski glaubte als äussere Hülle derselben eine zarte, vollkommen homogene Membran nachweisen zu können; auch Ranvier neigt wegen der grossen Regelmässigkeit des doppelten Contours auf Querschnitten zu einer solchen Annahme und nennt die nach seiner Idee dadurch angedeutete äussere Membran das Rudiment der Lamina elastica interna der kleinen Arterien. Eberth kann sich der Argumentation des erstgenannten Forschers nicht anschliessen und auch ich habe mich aus dem Auseinanderweichen der beiden Contourlinien der Capillargefässe an der Stelle des Kernes davon überzeugen können, dass diese beiden Linien einzig dem Endothelrohre angehören. — Sicher festgestellt scheint dagegen eine Art Adventitia für die grösseren Capillaren gewisser Organe, sowie für die sog. Uebergangsgefässe in Arterien und Venen. Dieselbe kann bald von feinfaseriger Structur sein, bald sind es platte, vielverzweigte und ihre Ausläufer zu Netzen vereinigende Zellen (Eberth's Gefässperithel), bald endlich (so in den Lymphdrüsen etc.) das reticuläre Bindegewebe, welches sie herstellt. Im letzteren Falle dient die Capillaradventitia nicht bloss als Bindeglied, sondern stellt die Bahn für den Lymphstrom dar, weshalb dafür auch der Name Lymphscheiden gebräuchlich ist.

Die Capillarwandungen besitzen nach Stricker Contractilität und das nicht bloss in continuo, sondern sie sollen sich auch stellenweis buckelartig ausdehnen und wieder zusammenziehen können. Bremer sah jedes Capillargefäss von Nerven begleitet, die meist in der Zahl von zwei weite Anastomosen bilden oder auch langgezogene Spiraltouren beschreiben; ausserdem sollen den Capillaren ein oder zwei Fibrillen dicht aufliegen, die mittelst knopfförmiger Verdickungen mit der Gefässwand in Verbindung treten, ohne in diese einzudringen. Dieselben scheinen die letzten Endigungen der Capillarnerven darzustellen. Ganglienzellen konnte Bremer bisher nur an den Capillaren der Nieren und des Musc. lingualis von Frosch und Eidechse entdecken.

Weite. Die Weite des einzelnen Capillargefässes ist, ohne dass man dafür ein bestimmtes Gesetz aufstellen kann, sehr different in den verschiedenen Organen des gleichen Individuum. Das engste Gefäss muss doch immer so weit sein, dass die einzelnen Blutzellen leicht und ohne besondere Compression zu erleiden, durch dasselbe hindurch passiren können. Die nervösen Centralorgane scheinen dabei die feinsten Capillaren, weitere die Muskeln, Membranen, allgemeine Decke und Schleimhäute, die weitesten die Drüsen und das Knochengewebe zu besitzen. Die Weite der Capillargefässe kann übrigens schon in einem und demselben Organe variiren. So beobachtete Ranvier in den rothen Kaninchenmuskeln, Peremeschko in dem Nackenbande mit spindelförmigen Erweiterungen ausgestattete Capillaren.

Capillarnetze. Die aus der Theilung der Arterien hervorgehenden Capillaren eines Gewebes oder Organes treten zur Bildung von Capillar-

netzen zusammen, die bezüglich ihrer Form und Weite in bestimmten Beziehungen zu der Form und Gruppirung der Gewebselemente, sowie zu der Funktionirung des betreffenden Organes stehen. Sie sind daher für die Organe oft so characteristisch, dass man diese aus der Einrichtung ihrer Capillarnetze zum Theil mit absoluter Sicherheit diagnosticiren kann. Sie können deshalb auch hier nur ganz im allgemeinen Berücksichtigung finden.

Bezüglich ihrer Form gilt fast durchweg der Satz, dass alle jene Gewebe und Organe, deren Elemente langgestreckt erscheinen oder in langgestreckten Gruppen angeordnet sind, so z. B. Muskeln, tubulose Drüsen etc., auch in ihren Gefässmaschen diese Formen wiederspiegeln. Dagegen zeigen sich die Haargefässnetze aus rundlichen Zellen oder Zellgruppen zusammengesetzer Organe, wie im Fettgewebe, den acinösen Drüsen, von rundlichen Maschen hergestellt, die die einzelnen Elemente oder deren Agglomerate umspinnen. In kegelformigen Erhebungen von Ueberzugshäuten bildet auch die Gesammtheit des mit rundlichen oder polyedrischen Maschen ausgestatteten Gefässnetzes kegelförmige Convolute.

Die Dichtigkeit der Maschennetze, d. h. der Reichthum an Capillaren richtet sich im Wesentlichen nach der Thätigkeit der Organe. Theile, welche weniger durch die Activität ihrer Zellen als durch ihr Vorhandensein als Stützgebilde etc. für den Korper bedeutungsvoll werden, wie die Knorpel, Horngebilde, Cornea etc. enthalten überhaupt keine Capillaren; die Gefässe der Nachbarschaft übernehmen die Zuführung des Blutes, die Imbibitionsfähigkeit der Gewebe selbst ermöglicht das Eindringen der ernährenden Flüssigkeit. In den fibrosen Häuten, Sehnen, Bändern etc. finden sich ferner solche nur spärlich vor. Viel reichlicher schon sind sie in den Organen des »animalen Lebens«, am reichsten jedoch zweifellos in den Drüsen vertreten, denen sie gleichzeitig Ernährungs- und Secretionsmaterial liefern.

III. Die Arterien. Die obenerwähnte Dreischichtigkeit der Gefässwand haben wir vorzugsweise in den meisten Arterien zu beobachten Gelegenheit. Von den drei Häuten besitzt in der Regel die grösste Breite die Media, sie trägt hier vor allen den Character einer muskulös-elastischen Membran und wird deshalb auch die Tunica musculo-elastica genannt. Aber auch die Intima und Adventitia erfahren eine oft nicht unbeträchtliche Verbreiterung durch bindegewebig-elastische und selbst muskulöse Einlagerungen.

In der **Intima** gesellt sich zunächst dem, aus breitspindelförmigen, in der Axenrichtung der Gefässe angebrachten Zellen hergestellten Endothelhäutchen eine feine doppelt contourirte, im contrahirten Zustande in Längsfalten gelegte, glänzende Haut elastischen Characters hinzu, die M e m b r a n a e l a s t i c a i n t i m a e, elastische Innenhaut. Dieselbe ist entweder, wie an den feinen Arterien des Gehirns, eine äusserst zarte, structurlose Membran, oder sie wird von feinsten, längs verlaufenden, elastischen Fäserchen, oder von einer zarten, vielfach durchbrochenen (gefensterten) und von Netzfasern durchzogenen Haut gebildet. Bei weiterer Zunahme des Gefässkalibers ändert sich indessen auch der Bau der Intima, dieselbe wird mehrschichtig, wie dies ganz besonders an den unpaaren Aesten der Bauchaorta auffällt; an Stelle der einfachen Tunica elastica treten häufig mehrere verschieden starke, elastische, unter einander anastomosirende Fasernetze resp. elastische Membranen auf;

die innerste derselben legt sich als subendotheliale diesem Zellhäutchen direkt an; die äusserste derselben, eine z. B. in der Art. colica des Pferdes 2—2,5 μ starke, scharfgerandete, glänzende Haut, bildet dabei namentlich in den Arterien mit reich-muskulöser Media eine scharfe Grenze gegen diese letztere, während bei anderen Arterien, insbesondere den an elastischen Einlagerungen sehr reichen Gefässen (Aorta, A. axillar., hypogastric., Carot. etc.) eine solch' scharfe Trennung der benachbarten Häute oft nicht beobachtet wird. Das zwischen diesen elastischen Membranen lagernde Gewebe, die intermediäre Lage Eberth's, ist vorwiegend fibrillärer, oft auch feinkörniger Structur. Immer sind die hauptsächlich in der Longitudinalrichtung verlaufenden Fäserchen von sehr zarter Beschaffenheit, so dass insbesondere in der subendothelialen Schicht der faserige Character auf Querschnitten einem körnigen Platz macht. Diese intermediäre Lage enthält in manchen Arterien, namentlich auffallend in den visceralen Aesten der Bauchaorta, reiche Mengen

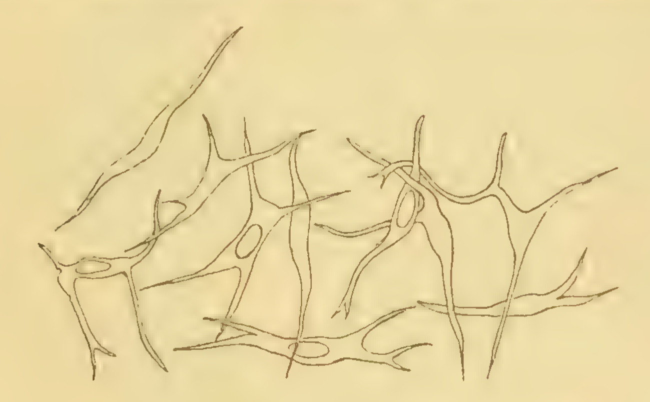


Fig. 271. Intimazellen aus der Aorta des Rindes.

von Zellen scheinbar verschiedenen Characters. Neben gewöhnlichen Bindegewebs- und Körnerzellen finden sich übereinander geschichtete Lagen von theils spindel- theils sternförmig verästelten Zellen (Intimazellen Virchow's, vergl. Fig. 271), welche mit rundlichem Kern ausgestattet und von schwach körniger, fast homogener Beschaffenheit der Oberfläche parallele Zellennetze bilden. Langhans stellte sie dem in der Cornea vorhandenen Saftlücken- und Kanälchensystem gleich und betrachtete sie als hohle Bahnen für die Plasmaströmung. Auch Key-Aberg hat sich, aber wie es scheint mit Unrecht, neuerdings dafür ausgesprochen, dass diese Zellen einem verästelten Saftkanalsysteme entsprechen, dessen Wände durch jene Zellen entweder austapeziert werden, oder in welchen die Zellen vom Gewebssaft umspült frei schwimmen. Auser diesen sämmtlich der Bindegewebsformation angehörigen Zellen bilden auch organische Muskelzellen einen Bestandtheil der wohlausgebildeten Arterienintima. Dieselben sind häufig nur vereinzelt anzutreffen, oft scheinen sie geschichtet; ihre Lagerung ist meist eine longitudinale, ein Umstand, auf den Bardeleben schon nach-

drücklich hinwies, und der ihn die aus 2 (aber auch 4 bis 5) elastischen Membranen und dazwischen liegender Muskulatur gebildete Partie der Intima die »innere Längsmuskelzone« zu nennen veranlasste; aber auch circulär und schief verlaufende Muskelkerne fehlen nicht. Die Menge beider Arten variirt übrigens.

Ihr eigenthümliches Gepräge erhalten die Arterienwandungen insbesondere durch die Beschaffenheit der **Media**, die unter den drei Häuten die beträchtlichste Ausdehnung aufzuweisen hat. In den feinsten Gefässen bildet dieselbe zwar nur eine einschichtige Lage circulär verlaufender Muskelfasern (b in Fig. 272), mit der Zunahme des Gefässumfanges wächst dieselbe indessen mächtig an, ohne dabei in dieser ihrer Massenvermehrung mit dem Anwachsen des Gefässkalibers genau Schritt zu halten. Auch das Material, welches dieses Dickenwachsthum veranlasst, ist bei den verschiedenen Arterien ein differentes. Bei den

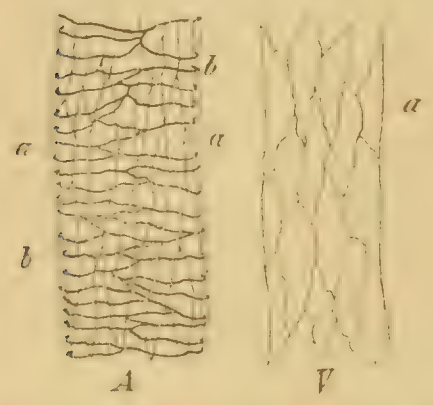


Fig. 272. Correspondirende Arterie (*A*) und Vene (*V*) aus dem Mesenterium des Pferdes. Die Zellgrenzen sind durch Silber-Imprägnation dargestellt. *a*) Die Grenzen der Endothel-, *b*) diejenigen der Muskelzellen.

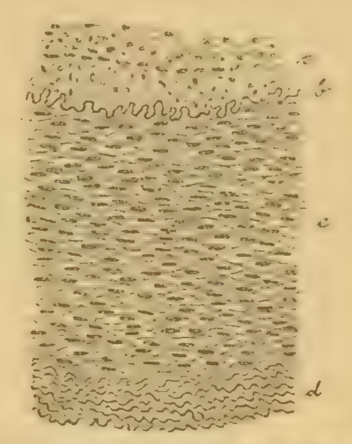


Fig. 273. Arteria colica des Pferdes. *a*) Intima, *b*) Tunica elastica intimae. *c*) Muscularis (Media), *d*) Adventitia.

einen derselben, den kleinen und mittelgrossen, sind es in ein unbedeutendes, von längs- und querlaufenden elastischen Fasernetzen durchsetztes, bindegewebiges Gerüstwerk eingelagerte Bündel hauptsächlich quergestellter, contractiler Faserzellen; bei den anderen, den grössten Arterien (wie Aorta, Pulmonalis, Carotis, Axillaris und Cruralis etc.) dagegen treten zwischen den Lagen dieser Muskulatur unter einander anastomosirende, elastische Platten und gegen die Adventitia hin auch structurlose, nicht stark lichtbrechende Lamellen auf, sodass ein regelmässiger Wechsel von Muskellagen und elastischen Membranen oder Bindesubstanzlamellen erfolgt.

Ranvier hat aus diesem Grunde die ersteren als die Arterien des musculären, die letzteren als die des elastischen Typus unterschieden, eine Classificirung, welche von manchen Autoren, wie Bardeleben, nicht als zulässig erachtet wird, da nach ihm nicht das Caliber, sondern individuelle Verhältnisse, Altersdifferenzen, die Art der Umgebung eines Gefässes, sowie die physiologische Bedeutung wesent-

lich auf dessen Bau Einfluss ausüben. Wenn dieser Einwurf zwar auch im Allgemeinen bei unseren Thieren berechtigt ist und besonders bei jugendlichen Thieren die elastischen Platten noch durch Netze grob elastischer Fasern ersetzt und ferner die Menge der Musculatur von derjenigen der bindegewebig-elastischen Elemente nicht übertroffen wird, so imponirt doch bei flüchtiger Untersuchung vornehmlich von Glycerinpräparaten der grösseren Arterien zunächst ein auffallender Reichthum von hellglänzenden, im Querschnitte wellig verlaufenden, verzweigten Bändern, zwischen denen sich allerdings bei genauerer Musterung reiche Mengen von Muskelzellen finden, die in ihrer Gesammtheit mindestens den gleichen Raum der Musculo-elastica ausfüllen wie jene. Für diese Verschiedenartigkeit in dem Aufbau der Media scheint mir ein Vergleich der Arteria colica (vergl. Fig. 273) oder Arteria intermetatarsea dorsalis etc.

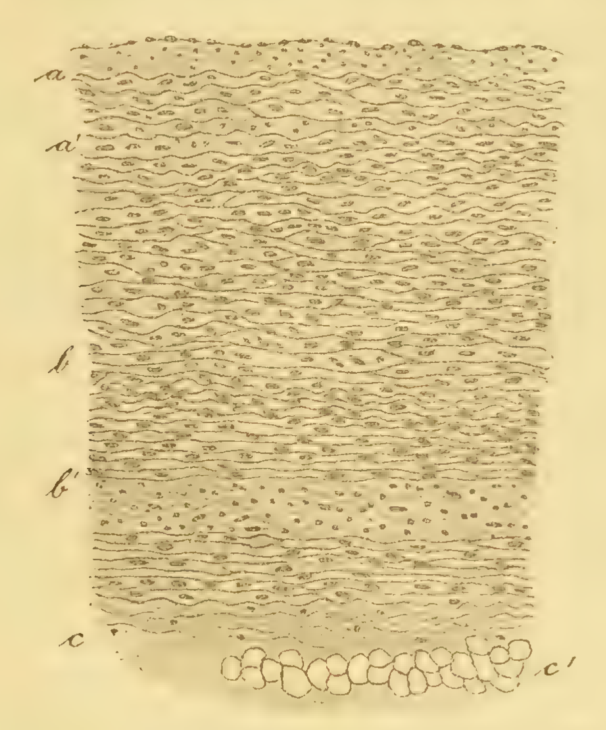


Fig. 274. Querschnitt durch die Aorta des Schafes.
a) Intima in *a'* deren »innere Längsmuskelzone«, *b*) Media mit Circulär- und Längs musculatur (*b'*) zwischen den elastischen Lamellen, *c*) Adventitia mit Fett (*c'*).

mit der Aorta (vergl. Fig. 274) lehrreich. Eine der ersteren Arterien enthält auf dem Querschnitte in dieser ihrer mittleren Haut vor allem äusserst zahlreiche, dicht umeinander geschichtete Lagen hauptsächlich circulär angebrachter Muskelfasern, zwischen denen nur spärliche Mengen fein-streifig bindegewebiger Massen und wellig verlaufende, kaum 1 μ dicke, elastische Fasern auftreten. In der Media der Aorta dagegen schichten sich in ziemlich regelmässigen (beim Pferde 18—30 μ betragenden) Abständen concentrisch gelagerte, elastische, stark lichtbrechende Bänder umeinander; dieselben verkehren durch spitzwinkelig abtretende Aeste und Zweige von verschiedener Breite unter sich und nehmen in den dazwischen übrig bleibenden Räumen reiche Mengen von in ein feinkörnig-streifiges Substrat eingebetteten, organischen Muskelfasern auf. Diese selbst laufen wohl in der Hauptsache in querer Richtung, nicht selten aber trifft man in Querschnitten durch die Gefässwand auch auf

Querschnitte durch ganze Lagen somit longitudinal angebrachter Muskelzellen, wie schliesslich auch schief und spiralig durch dieselbe ziehende contractile Faserzellen oft in ganzen Zügen beobachtet werden. Gegen die äussere Grenze der Media hin treten an die Stelle der elastischen Membranen bindegewebige Lamellen mit zwischengelagerten Bindegewebszellen.

Die äusserste der drei Arterienhäute, die **Adventitia** s. **Tunica externa**, grenzt sich im allgemeinen scharf gegen die Media ab Die Abgrenzung wird in den seltensten Fällen durch eine einfache Membran, etwa wie an der Intimagrenze gebildet, sondern sie wird meist durch die plötzlich andersartige Anordnung der Elemente der äusseren Gefässhaut bedingt. An den grösseren, selbstständigen Gefässen nämlich, wie an der Aorta, Carotis, den Extremitäten- und Visceralarterien, treten plötzlich an Stelle der concentrisch geschichteten, zusammenhängenden, elastischen und bindegewebigen Lamellen und dazwischen gelagerten Muskelschichten der Media longitudinal und schräg verlaufende, sehr dichte Netze grober elastischer Fasern (Henle's äussere elastische Haut) mit zunächst spärlichen Beimischungen bindegewebiger und zelliger Elemente auf. In weiterem Abstande von der mittleren Gefässhaut vermehren sich die zwischen den elastischen Fasernetzen gelegenen bindegewebigen Beimengungen, um zuweilen in Form von circulär, longitudinal und schräg verlaufenden dicken Bündeln mit zelligen, theils selbst muskulösen Einschaltungen, oder in Form concentrisch geschichteter Blätter die elastischen Wandbestandtheile zu ersetzen.

Es macht oft den Eindruck, als ob zwischen den Arterien des »muskulösen« und denjenigen des »elastischen Typus« in dem gegenseitigen Verhältniss der elastischen und bindegewebigen Adventitialbestandtheile ein gewisser Antagonismus bestände, insofern als die ersteren wie die Arteria colica, basilaris etc. reich an elastischen, die letzteren an bindegewebigen Bestandtheilen seien. Demgegenüber finden sich jedoch auch manche Arterien, so die Arteria intermetatarsea dorsalis, hypogastrica etc., welche bei ihrem ausgesprochen muskulösen Typus nur spärliche elastische Elemente in der Adventitia führen.

Die zelligen Gebilde der Adventitia gehören theils dem Bindegewebe an und schieben sich als platte, epitheloide Zellen zwischen die Bündel hinein, theils sind sie muskulösen Characters. Diese letzteren bilden unter Umständen longitudinal gestellte, schmächtige Bündel. Fettzellen gesellen sich den äusseren Lagen des adventitiellen Gewebes, wo dasselbe in das Nachbargewebe oder in die Gefässscheiden übergeht, hinzu. An der inneren Grenze der Tunica externa finden sich in den grossen Arterien vielfach die Durchschnitte der Vasa vasorum; auch diejenigen von Lymphgefässen fehlen daselbst nicht.

Gegen die feineren Verzweigungen hin nimmt die Adventitia nicht bloss an Dicke und besonders an Reichhaltigkeit des elastischen Gewebes, sondern, namentlich sobald das Gefäss intraparenchymatös wird, auch an Selbstständigkeit ab. Wie die so groben, elastischen Bänder bald fein faserigen Netzen und zarten fibrillären Bindegewebszugen Platz machen, so verschmelzen die feinsten Ausläufer der Arterien allmählich mehr und mehr mit dem Organgerüste, dessen zarterfaseriges, von

Kernen durchsetztes Bindegewebe alsdann direct die Media umscheidet. Vielfach scheint sich auch den Endausläufern eine dünne, structurlose, mit wenigen Kernen ausgestattete Membran aufzulegen.

Von dem im Vorstehenden geschilderten, ziemlich allgemein gültigen Typus des Aufbaues der Arterienwand zeigen einige Gefässe bemerkenswerthe Abweichungen. Das gilt insbesondere für die Art. umbilicalis. Abgesehen von den frühesten Fötalperioden, während welcher dem Gewebe, wenn auch nicht die Schichtung, so doch die Differenzirung in die einzelnen Gewebsarten zunächst noch abgeht und dasselbe an Stelle der elastisch-muskulösen Wandbestandtheile unentwickeltes, an Stromazellen etc. reiches Bindegewebe aufzuweisen hat, zeigt auch die fertig gestellte Nabelarterie ein eigenartiges Bild. Am häufigsten wird dies veranlasst durch das Vorhandensein einer breiten Zone circulär verlaufender Muskulatur in den äusseren Lagen der Intima und einer nunmehr folgenden, sehr starken, aus longitudinal und schräg gelagerten Zellen und Zellenbündeln hergestellten Media, welche in der Aussenpartie von mehr oder weniger breiten Zügen kreisförmig ziehender Bindegewebs- und Muskelelemente zerklüftet oder ersetzt wird. Feinfaserige, elastische Netze füllen nebst schwachstreifigem Bindegewebe die Zwischenräume zwischen den Muskelbündeln aus. Die breite, an elastischem Gewebe nur in der Innenzone etwas reichere Adventitia ist in der Hauptsache lamellär-bindegewebigen Characters.

IV. Die Venen. Wie in den Arterien, so kann man auch in den Venen zum Theil (insbesondere in den intraparenchymatösen) die Dreischichtigkeit der Wand nachweisen. Die Abgrenzung der einzelnen Schichten ist in den meisten Fällen, vornehmlich in den selbstständigen Körpervenen allerdings keine so präcise, und auch in dem gegenseitigen Verhältniss der drei Häute zu einander, so in deren Dicke, in der Anordnung der Elemente etc. finden sich gewisse Differenzen, welche die Unterscheidung der Venen und zugehörigen Arterien nicht schwer fallen lassen. In der Regel ist bei den ersteren der Gehalt der Wandungen an elastischen und muskulösen Bestandtheilen ein weit geringerer, dafür waltet in ihnen der bindegewebige Character vor, die Adventitia übertrifft daher auch die übrigen Wandschichten oft recht bedeutend an Ausdehnung. Im Allgemeinen gilt darüber das Folgende:

Die **Tunica intima** der Venen ist an ihrer Innenfläche mit einer continuirlichen Endothelbekleidung ausgestattet, deren Zellen nur noch annähernd die Spindelform besitzen. In der Regel erscheinen dieselben breiter und kürzer, somit mehr polygonal, sie besitzen z. B. in einer feinen Gekrösvene des Pferdes 9 μ Breite und 16 μ Länge gegenüber 6 μ Breite und 43 μ Länge in der correspondirenden Arterie. Die Tunica elastica ist meist nur eine ganz feine, selten zweigespaltene, structurlose Membran, welche kaum oder nur ganz wenig gefältelt erscheint (ein auffallendes Unterscheidungsmerkmal der Vene von der Arterie); vielfach wird sie durch ein zartes, längsfaseriges Netz ersetzt. Eine intermediäre Lage der Intima ist selbst noch bei den grösseren Venen nicht vorhanden; auch die grossen Sammelstämme der Brust zeigen sie nicht.

Freilich kann man wegen der oft nur undeutlichen Trennung der verschiedenen Lagen, insbesondere der inneren, eventuell darüber in Zweifel kommen, ob die betreffende Oberflächenschicht der Media nicht noch zur Intima zu zählen sei. Das ist

u. A. bei der Ven. cav. inf. abdominalis (vgl. Fig. 275) zu beobachten, wo dieselbe an der Leber herabsteigt; ein flüchtiger Blick auf jedes der von dieser angefertigten Präparate lehrt, dass das subendotheliale zunächst der Endothelschicht mehr körnig-elastische, weiterhin aber mehr streifig-bindegewebige Stratum sich ohne Weiteres als intermuskuläres zwischen die hier sehr reichen Mengen longitudinal gestellter Muskelbündel hineinzieht.

Die **Tunica media** der Venen bietet mannigfache Verschiedenheiten dar. Fast überall bildet sie zunächst eine mehr oder weniger breite Lage die Intima umkreisender Muskelzellen. Diese gesellen sich aber der innersten Haut meist erst im späteren Verlaufe hinzu, als in den correspondirenden Arterien (vgl. Fig. 272), und bilden, wenn schon mehr-



Fig. 275. Vena cava inferior des Pferdes im Querschnitt.
a) Intima, *b*) Media, *c*) Adventitia, *b'*) die einzelnen die Media in der Längsrichtung durchsetzenden Muskelbündel.

schichtig, doch immer eine weniger zellenreiche Lage als in diesen. Die Circulärrichtung der Muskelfasern ist jedoch kein Erforderniss, vielmehr treten an deren Stelle zuweilen schmale Bündel längsverlaufender Muskelzellen, und noch häufiger finden wir besonders in den Venen der Extremitätenenden (so in der V. plantaris etc.), deren Media nicht nur sehr kräftig, sondern auch ausgesprochen muskulösen Baues ist, neben längs- und quergelagerten auch noch schief verlaufende Muskelfasern. Zwischen die einzelnen Muskellagen schieben sich bindegewebig-elastische Elemente in spärlicher oder reicherer Menge ein; im letzteren Falle wird durch dieselben zuweilen der muskulöse Character der Media fast ganz verdeckt. Man kann demnach in ähnlicher Weise, wie bei

den Arterien, mit Rücksicht auf den Bau der Media Venen mit vorwiegend muskulösem und solche mit bindegewebig-elastischem Character unterscheiden. Unter den ersteren treffen wir insbesondere die Extremitätenvenen, von denen diejenigen im Bereiche des Fusses und die oberflächlichen Venen an Muskulatur reicher erscheinen, als die der oberen Extremitätenabschnitte; unter den letzteren begegnen wir den Venen der Körperhöhlen, die bei aufsteigendem Verlaufe wieder mehr Muskulatur besitzen als bei horizontalem.

Die **Tunica adventitia** der Venen endlich zeigt in ihrem Bau ähnliche Verschiedenheiten wie die Media und unterscheidet sich in mancher Beziehung von der Adventitia der Arterien. Abgesehen davon, dass sie häufig eine viel breitere Lage in den Venen als in den Arterien bildet, ist sie auch regelmässig ärmer an elastischen Beimengungen, der bindegewebige Character tritt bei ihr in den Vordergrund, wobei freilich nicht übersehen werden darf, dass sie vielfach eine muskulöse Structur annimmt, insofern als sie an einzelnen Venenstämmen und so besonders in den visceralen Venen, wie dem Lebarantheil der Ven. cav. inf. ganze Bündel longitudinal verlaufender Muskelfasern enthalten kann.

Es ist bemerkenswerth, dass in der Nähe des Herzens, also an den Wurzeln sowohl der Hohl- als der Lungenvenen, an die Stelle der glatten die quergestreifte Muskulatur des Herzens selbst tritt; sie bildet daselbst 1—1,5 *mm* breite adventitielle Ringe mit hauptsächlich circulär gerichteten Fasern — ein Umstand, der zweifellos der Verhinderung des Rückflusses des Blutes bei der Contraction der Arterien zu Gute kommt.

Die **Klappen** der Venen zeigen im Wesentlichen die gleichen morphologischen Elemente, wie die Gefässwand selbst. Es sind die Bestandtheile der Intima und Media, welche zu ihrem Aufbau dienen. Die Erstere verleiht ihnen vor allem einen endothelialen Ueberzug, aus der Letzteren stammen die bindegewebig-elastischen und vor allem die muskulösen Elemente. Die subendotheliale Schicht ist besonders gegen den freien Rand von senkrecht und parallel mit diesem verlaufenden Muskelfasern in bindegewebiger Grundlage hergestellt. Gegen den stärkeren Anheftungsrand lagern sich zwischen diese subendothelialen Schichten bindegewebig-elastische Massen, von denen die ersteren besonders unter der concaven, gegen das Herz hin schauenden Fläche in Form fein fibrillären Gewebes, aber auch gröberer, in Essigsäure quellender Bündel sich finden. Die elastischen Formationen erscheinen dagegen besonders unter der convexen Oberfläche zunächst als ein feinfaseriges, engmaschiges Netz, das einen radiären Verlauf von der Mitte des freien Klappenrandes gegen den Anheftungsrand einhält, während etwas tiefer, die mittlere Lage der Klappe bildend, weitmaschigere und grobfaserige Netze auftreten, deren Hauptverlauf der Richtung der Klappe entspricht.

Die vorstehende Schilderung giebt den Bau der Venenwand in allgemeinen Umrissen; es darf dabei aber keineswegs übersehen werden, dass derselbe in dem gleichen Stamme ganz wesentlich variiren kann, je nach der Gegend, welcher man das zu untersuchende Stück entnimmt. Es sind nämlich die Venen weit mehr noch als die Arterien dem Einflusse von aussen her auf sie einwirkender mechanischer Verhältnisse

unterworfen. Die etwaigen Hindernisse, welche sich durch Druck und Zug von seiten der Nachbarschaft dem Strömen des Blutes entgegenstellen würden, finden in der Einrichtung der Wand ein Gegengewicht in der Einfügung von musculösen Elementen, die meist in der Längsrichtung angebracht durch ihre Contractilität der Wand eine gewisse Rigidität zu verleihen vermögen. Ein sehr schönes Beispiel liefert hierfür die **Vena cava inferior**, die in ihrem Verlaufe an der hinteren Fläche des Diaphragma durch dessen Bewegungen mancherlei Insulten ausgesetzt ist. So lange dieselbe an der unteren Fläche der Lumbalwirbel entlang läuft, führt sie wenig breite Züge subendothelial und zwar ringförmig und longitudinal gelagerter Muskelzellen, denen sich nach aussen ein von elastischen Längsfaserungen durchsetztes Lamellensystem blätterigen Bindegewebes anfügt. Mit dem Uebertritt der Vene an das Zwerchfell und besonders in ihrem Verlaufe zwischen diesem und der Leber treten, abgesehen von weit breiterfaserigen und engermaschigen, elastischen Netzen, reiche Bündel der organischen Musculatur auf. Abgesehen von einem schmalen Zuge subendothelial gelagerter Kreismuskeln finden sich alsdann in dem engermaschigen, bindegewebig-elastischen Gerüst der Media schmälere, in dem weitmaschigen Stroma der Adventitia dagegen sehr kräftige Bündel von Längsmuskelfasern. Dieselben verschwinden indessen während ihres Verlaufes durch die Brusthöhle wieder, sodass hierselbst nur wenige ringförmig verlaufende Muskelfasern dicht unter der Intima existiren, welchen sich alsdann eine höchst feinfaserige, fast homogen erscheinende, bindegewebige Media mit zelligen und sehr zartfaserig-elastischen Einsprengungen anschliesst. Eine breite Adventitia von hauptsächlich längsfaserig-elastischem Charakter stellt die äusserste Lage der Gefässwand her; in ihr treten erst ganz dicht am Pericard die Herzmukelfasern in hauptsächlich longitudinalen, aber auch circulären Faserverlauf auf. —

Anhang. 1. Die **Sinus der harten Hirnhaut** können nur als der Blutströmung dienende und in das Gewebe der Dura eingegrabene Canäle aufgefasst werden, die ihrer Bestimmung als Bluträume gemäss das Endothel der Venen, nicht aber eine besondere Wand besitzen.

2. Die **Schwellkörper** treten entweder in Form dichter, weiter, über- und nebeneinander gelagerter Venennetze auf, welche nur einen Theil eines anderen Organes bilden (Schwellgewebe), oder sie erlangen eine gewisse Selbstständigkeit und stellen so mehr oder weniger umfangreiche besondere Körper (Schwellkörper) her. Im ersteren Falle werden sie von den aus dem Capillarnetze des betreffenden Organs sich sammelnden zahlreichen Venenstämmchen unter häufiger Anastomosirung dieser und einem zwischen ihnen gelegenen, der Umgebung analogen Gewebe gebildet (so in den Schwellkörpern der Nase). Im letzteren Falle setzt ein von einer äusseren Hülle (Albuginea) entspringendes Trabekel- und Septensystem ein weitmaschiges Gerüst zusammen, in dessen Lücken grössere und kleinere cavernöse Venenräume sich finden, die in ununterbrochenem Zusammenhange mit einander stehen.

Die Albuginea dieser Schwellkörper besteht bald (wie in dem Corp. cavernos. penis des Rindes) aus einer äusseren stärkeren Längs- und inneren schwächeren Kreisfaserlage, bald aus circulär gelagerten Bindegewebsbündeln, die von den bekannten platten Bindegewebszellen bedeckt und von feinen elastischen Fasernetzen und organischen Muskelfasern oder ganzen Muskelbündeln (so besonders in dem Corp.

cavernos. urethr.) durchsetzt sind, welch' letztere in verschiedenen Richtungen verlaufen. Die von der Albuginea abtretenden Trabekeln und Septen des Schwellkörpergerüstes tragen zunächst den gleichen Gewebscharakter wie jene; ihrer peripheren, den Cavernen zugewendeten Oberfläche lagern sich jedoch besonders reichlich in dem Corp. cavernos. penis des Pferdes breite Lagen organischer Musculatur an, welche so gleichzeitig die Venenräume umscheiden. Dieselben verlaufen meist in der Richtung der Hauptachse des Penis, also longitudinal, geben aber seitliche in allen Richtungen verlaufende Abzweigungen ab, die sich an die Trabekel anheften. In dem Harnröhrenschwellkörper lagern dieselben theilweis mehr in der Achse der Trabekel. Die Wandungen der cavernösen Gefässräume selbst werden nach Art der venösen Gefässe von einer bindegewebig-elastischen Schicht gebildet, die nach innen mit Endothel bedeckt erscheint. Der Schwellkörper der Eichel und Harnröhre und der Schwellknoten entbehren beim Hunde sowohl in ihrer Abuginea als in den Trabekeln und Septen der Musculatur; Propria und Septensystem tragen den rein elastischen Charakter.

Ueber die Art und Weise des Ueberganges der Gefässe in die cavernosen Räume der Schwellkörper gingen die Ansichten wegen der Mannigfaltigkeit dieser Uebergänge lange auseinander. Joh. Müller glaubte für die in den Trabekeln verlaufenden Arterien (Rami nutritii) eine Auflösung in Capillaren und für die rankenförmigen Arterien (Arteriae helicinae) eine blinde Endigung in den cavernösen Räumen, in welchen sich diese Arterien bei Beginn der Erection eröffnen sollten, nachweisen zu können und fand für diese seine Ansicht zahlreiche Vertreter, aber auch — Widersacher. So constatirte Langer, dass die Arteriae helicinae durch die vermittelst der tonischen Contraction der reichen Muskelbeimischungen herbeigeführten Biegungen und Schlängelungen von an anderen, weniger zusammengezogenen Balken schlicht verlaufenden Arterien vorgetäuscht würden, und beobachtete auf Grund umfangreicher Untersuchungen die folgenden Uebergangsformen der Gefässe in die Schwellräume: 1. einen mittelbaren Uebergang unter Einschaltung von Capillaren; 2. einen unmittelbaren Uebergang grösserer Arterienzweige in grössere Venenstämmchen und endlich 3. einen unmittelbaren Uebergang feinster Arterienästchen im Venennetze.

Der Uebergang gestaltet sich in dem Schwellkörper der Urethra excl. Bulbus und der Eichel nach der ersten Art, in dem Bulbus urethrae und dem Corp. cavernos. penis auch nach den übrigen Modis. Für das letztere schildert Langer diese Uebergänge so, dass sich zunächst mit den Arterien in Verbindung stehende, capilläre, aber weite »oberflächliche Rindennetze« rasch zu den venosen Gefässcanälen dilatiren, wie sie auch mit einem tieferen Systeme weiterer venoser Gänge, dem »tiefen Rindennetze« communiciren, in welches feinere Arterienästchen unmittelbar einmünden. Ebenso treten in die weiteren Venenbehälter des Inneren arterielle Endzweige mit trichterförmig verbreiteter Uebergangsstelle (»Zapfen«) direct ein, wie sich andererseits auch die Arterien zunächst in das weitmaschige Capillarnetz des Trabekelgerüstes entleeren, das nun erst seinen Abfluss in jene gröberen Cavernen des Innern schickt.

M. v. Frey weist dem gegenüber in neuerer Zeit für den Schwellkörper des Hundepenis ein directes Einströmen des Blutes aus den Arterien in die Schwellräume ganz zurück und lasst sich entweder oberflächliche im Papillarkorper des Präputialüberzuges gelegene Capillarnetze und venöse Sammelstämmchen, oder im Innern des

Penis befindliche Capillaren und Venen zwischen Arterien und Schwellkörper einschalten. Auch für die Gefässe des Corp. cavernos. glandis kann v. Frey nur einen Uebergang vermittelst Capillaren und schon klappenführender Venen in die Schwellräume constatiren.

Vasa vasorum: 1. das Blutgefässsystem der Blutgefässwandungen. Die Wand der Blutgefässe wird in den grösseren mehrschichtigen Stämmen nicht von dem in ihnen fliessenden Blute selbst ernährt, sondern es bildet sich zu diesem Zwecke ein besonderes Blutgefässsystem in derselben aus, das System der Vasa vasorum. Die Verzweigungen der nachbarlichen Arterien treten zunächst in die Adventitia hinein, lösen sich darin bald in feinere Reisser auf, welche schliesslich ein langgestrecktes Capillarnetz in dieser Haut und den Aussenlagen der Media bilden, aus welchem sich die abführenden Venen sammeln, die zu zwei eine Arterie begleitend in eine grössere Vene der Nachbarschaft einmünden. Nur ausnahmsweise dringen auch grössere Ernährungsgefässe in die Media vor. — 2. In den Blutgefässwandungen, insbesondere den der grösseren Arterien wurde in neuerer Zeit vermittelst der Silberbehandlung von G. und F. E. Hoggan auch ein ansehnliches Lymphgefässnetz dargestellt; dasselbe liegt bei Gefässen mit musculöser Wand auf der Aussenfläche der Musculatur; bei solchen aber, die einer musculösen Wandschicht entbehren, in dem subendothelialen Stratum. Diese Lymphgefässe haben wenige oder keine Klappen.

Innervation der Blutgefässe. Die Blutgefässe sind sämmtlich reich mit Nerven ausgestattet. Dieselben verbreiten sich nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen in allen, musculöse Elemente enthaltenden Schichten der Gefässwand. In der Adventitia bilden die markhaltigen Nervenfasern den sog. Grundplexus, dessen feinere marklose Ausläufer ein intermusculäres Netz in der Media bilden, das vermittelst eines intramusculären Plexus endlich zwischen die Muskelfasern tritt; in diesen selbst erreichen dessen Terminalfädchen ihr Ende (s. o. pag. 228). Ueber die Innervation der Capillaren vgl. diese (pag. 453).

Entwickelung der Blutgefässe. Während Kölliker in früherer Zeit die Gefässe des Froschlarvenschwanzes aus sternförmigen Bindegewebszellen entstehen liess, welche sich mit Spitzenfortsätzen der Capillarwände in Verbindung setzen und dann erweitern und aushöhlen sollen, wies schon Golubew nach, dass diese Gefässneubildung im Froschlarvenschwanze in continuirlichem Zusammenhange mit den bestehenden Capillaren durch sich verbindende Protoplasmafortsätze der Gefässendothelien vermittelt werde; dieselben seien anfangs solid, um sich dann auszuhöhlen, in Capillargefässe umzubilden und allmählich auch eine endotheliale Structur zu erlangen (Eberth, Ranvier). Für das Netz ganz junger Säugethiere ferner hat Ranvier eine von den bestehenden Gefässen unabhängige Gefässbildung beobachtet; dieselbe soll von besonderen »gefässbildenden« Zellen ausgehen, die er genetisch mit Lymphzellen in Verbindung bringt und die er als länglich-cylindrische und mit Spitzen endende, oder rundlich-ovale Protoplasmamassen mit Kernen, rothen Blutkörperchen und unbekannten Körnern im Innern schildert. Von diesen Zellen scheint ihm ein aus fein-granulirten, soliden, kernführenden Aesten gebildetes, sog. »gefässbildendes Netz« seinen Ursprung zu nehmen, das zuweilen theilweis gehöhlt ist und mit den auswachsenden Spitzen benachbarter Gefässe in Verbindung tritt. — In

der Area vasculosa des ganz jungen Hühnerembryos finden sich nach His und Kölliker als erste Gefässanlagen Netze solider Zellenstränge, die sich durch Flüssigkeitsausscheidung oder Ansammlung aushöhlen; dabei bleiben jedoch an einzelnen Stellen der inneren Oberfläche derselben grössere Zellenanhäufungen »Blutinseln« stehen, die Bildungsherde der ersten Blutzellen. Es sollen sich nämlich die in diesen Blutpunkten enthaltenen Zellen in rothe Blutkörperchen umwandeln, von der als Wandanlage hinterbleibenden äussersten Zellenlage loslösen und nun in den Flüssigkeitsstrom gelangen. Die zwischen den Strängen des primären Gefässnetzes vorhandenen Substanzinseln liefern in weiterem Fortgange der Entwickelung das Material zur Herstellung der übrigen Lagen der Gefässwand, indem die ursprünglich runden Zellen sternförmig werden und sich in Schichten um die ersten Gefässanlagen gruppiren. — Die Gefässe des embryonalen Körpers selbst entstehen von den in dem Gefässhofe

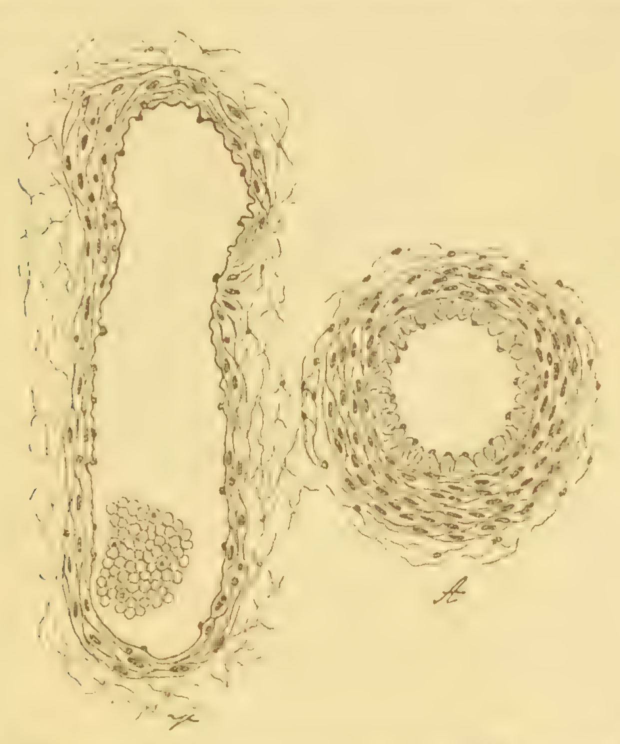


Fig. 276. Correspondirende Arterie (A) und Vene (V) im Durchschnitt.

veranlagten Gefässen aus Sprossen, die von diesen aus in den Körper hineinwuchern. Dieselben bestehen meist aus einer oder zwei Reihen kernhaltiger Zellen, in gewissen Fällen aber auch aus feinsten kernlosen Fäden, ähnlich wie im Schwanze der Froschlarve. Das Material zu ihrer weiteren Entwickelung scheint durch die Vermehrung der Gefässsprossenzellen geliefert zu werden; eine dasselbe herstellende Blastemschicht um die primären Gefässröhren kann nicht nachgewiesen werden. — Dem gegenüber glaubt Klein an eine Gefässbildung durch Canalisation von Bildungszellen derart, dass sich die Zellen des mittleren Keimblattes unter Verflüssigung des Zellinhaltes und Kernvermehrung zu Blasen umwandeln, deren Hüllen, die Protoplasmaschalen der früheren Mesodermzellen, nebst den ihnen anliegenden Kernen zum Endothelrohr werden (daher »Endothelblasen«). Gleichzeitig sollen sich von diesen »Brutzellen« durch Abschnürung die ersten Blutzellen isoliren. Diese Blasen lässt Kölliker heranwachsen, sich verlängern, hohle oder anfangs auch solide Protoplasmasprossen

treiben und sich schliesslich zur Bildung eines durchgängigen Gefässrohres ineinander öffnen. —

Dem Anfänger macht die **Unterscheidung von Venen und Arterien** häufig Schwierigkeiten; es ist deshalb zweckmässig, sich mit den Unterscheidungsmerkmalen beider Gefässarten vertraut zu machen. Dieselben sind in der Dicke der Wand und deren einzelnen Schichten, dem Caliber etc. begründet. Man beachte: 1. die Weite der Gefässe; stets erscheint die Vene weiter als die zugehorige Arterie; 2. die Dicke der Wand, die in der Arterie immer beträchtlicher ist als in der Vene; 3. die Einrichtung der Intima, welche in der Arterie in Folge stärkerer Contraction derselben eine meist stark gefältelte, in scharfen tiefen Winkeln einspringende elastische Innenhaut zeigt, während diese in der Vene, wenn sie überhaupt als deutlich abgesetzte, zusammenhangende Haut vorhanden, meist nur schwach wellenförmig verläuft; 4. die Media der Arterien ist breit und zeigt deutliche concentrische Schichtung der sie aufbauenden Elemente (organische Musculatur resp. elastische Membranen), bei den Venen ist die mittlere Lage schmäler und regelmässig muskelärmer, oft ersetzen longitudinal und circulär verlaufende Bindegewebszüge die musculösen Elemente oder schieben sich zwischen deren Lagen ein; 5. der reichere Gehalt an Musculatur in der Arterienwand bedingt in Folge stärkerer Contraction noch nach dem Tode Leersein der arteriellen Gefässe; das Blut ist ganz in die Venen hinubergedrängt und fullt diese ganz oder theilweise aus; 6. aus dem gleichen Grunde ist der Querschnitt der Arterie meist kreisrund, der der Vene länglichoval (vergl. dazu Fig. 276). Die Capillaren sind an Durchschnitten als regelmässig rundliche oder ovale Lücken mit doppeltem, durch den vorspringenden Kern stellenweis erhabenen Contour kenntlich.

II. Das Herz.

Das Herz in seinen ersten Anlagen ein contractiler Abschnitt des Gefässsystemes erfährt in seiner weiteren Entwickelung zum kegelformigen Hohlmuskel Umänderungen, welche zwar geeignet sind, ihm eine Sonderstellung im Blutgefässsystem einzuräumen, aber doch eine gewisse Verwandtschaft mit demselben auch im Baue durchblicken lassen. Freilich darf man bei einem derartigen Vergleiche nicht von engherzigem Standpunkte aus die Parallele auf den Aufbau der Wandungen aus ganz gleichen Elementen ausdehnen wollen, sondern man kann eine solche nur fur die allgemeine Einrichtung des Herzens aus einzelnen Schichten und fur eine gewisse Uebereinstimmung von deren Bestandtheilen in Anwendung bringen. Danach würde die Dreischichtigkeit der Gefässwand durch das Endokard, Myokard und Perikard wiedergegeben, wobei es unbenommen bleiben muss, ob man Myokard und Perikard zusammen als Tunica externa und das Endokard als Intima und Media auffassen will, ähnlich wie in den Wurzeln der grossen Körpervenen, woselbst die Musculatur eher der Adventitia als der Media zugerechnet werden muss, — oder ob man das Endokard der Gefäss-Intima, das Myokard der Media und das Perikard der Adventitia an die Seite stellen will, wozu man wieder nach Analogie der Einfügung der quergestreiften Musculatur der Lungenvenen mehr in die Media als in die Externa berechtigt wäre. Jedenfalls muss man sich bei Ziehung einer solchen Parallele vergegenwärtigen, dass der Perikardialraum einer grossen Lymphspalte in der Adventitia gleich zu achten ist, wie solche in dieser letzteren ja stets auch zum Theil als eventuell wandungslose Spalten und Lücken angetroffen werden, die schliesslich in ein geschlossenes Lymphgefässsystem führen.

1. Das **Endokardium**, die Auskleidung der Herzhöhlen präsentirt sich histologisch als eine bindegewebig-elastische Membran, welche gegen den Blutstrom durch eine einfache Lage polygonaler bis breit-spindel-

förmiger Endothelzellen (vergl. Fig. 277) abgegrenzt ist. Die innerste Endokardiallage wird von einem von Bindegewebe durchsetzten, mehrschichtigen, elastischen Netzwerk dargestellt, das in der subendothelialen Lage sehr zartfaserig und in allen Richtungen angeordnet, in etwas tieferer Schicht dagegen weniger dicht und breiterfaserig erscheint. An manchen Partien, besonders in dem breiteren Endokard der Atrien zeigt das subendotheliale Gewebe eine mehr homogene oder feinstreifige Grundlage, welcher feinste elastische Netze sowie Bindegewebs- und organische Muskelzellen eingelagert sind. Dann folgen im fibrillären Stratum kurze Abstände einhaltend oft sehr zahlreiche Schichten engster elastischer Fasernetze, jenseits deren das Gewebe lockerer wird und in das Perimysium der Herzmusculatur übergeht. Die musculösen Elemente des Endokards gehören zunächst der vegetativen Musculatur an, als solche liegen sie meist mehr oberflächlich und in nicht zusammenhängenden Lagen mit verschiedener Verlaufsrichtung. Ausserdem

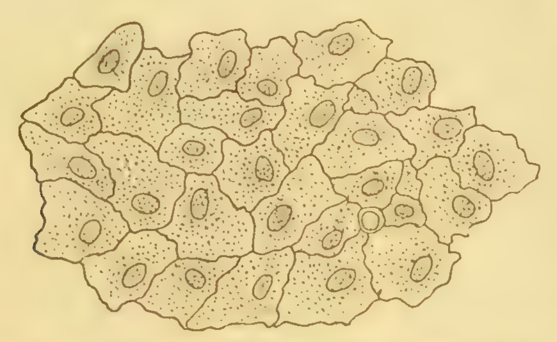


Fig. 277. Endothel der Vorkammerfläche einer Atrioventricularklappe des Kalbes.

schieben sich zwischen den tiefsten Schichten des Endokards nicht selten quergestreifte Muskelzüge ein; vor allem sind es Purkinje'sche Fasern, welche eine scheinbar im ganzen Herzen vorhandene subendokardiale Lage von grösserer oder geringerer (beim Pferde bis 0,5 *mm* betragender) Breite bilden.

2. Das **Myokardium**. Das Gewebe des Endokards setzt sich an einzelnen Stellen bedeutend verbreitert in Form sich weiterhin im Herzmuskel verzweigender, allmählich sehr fein werdender Septen und Trabekel als Perimysium zwischen die Muskelbündel des Myokards fort und hängt auf diese Weise auch mit dem Epikard zusammen. In diesem bindegewebigen Gerüstwerk sind die Purkinje'schen Fäden beim Pferde oft noch weithin in das Herzfleisch zu verfolgen; in ihm nehmen ferner die gröberen und feineren Gefässstämme ihren Verlauf. An der Atrioventrikulargrenze und den Arterienwurzeln kommt es zu einem Zusammenfluss des bindegewebigen Perimysium, der zur Herstellung der Faserringe führt. Es sind dies ca. 1 *mm* starke, bindegewebige, zellenreiche Faserzüge, die sich auch in die mittlere Klappenlage fortsetzen. Der dem Aortenfaserringe eingelagerte Knorpel ist hyaliner

Natur, man kann darin eine concentrische Lagerung der Knorpelkörperchen nachweisen.

Die, die Lücken des Bindegewebsgerüstes füllenden, meist ziemlich umfangreichen Bündel des Myokards werden von der früher (s. pag. 102 ff. und Fig. 278) bereits geschilderten eigenartigen Herzmusculatur gebildet, welche bekanntlich nur in der Querstreifung der contractilen Substanz mit der willkürlichen Skeletmusculatur übereinstimmt, sonst aber sich durch das Fehlen eines Sarkolemma, die tiefe Lage der Kerne in der Axe der Muskelfasern und durch die Verästelung der letzteren, sowie auch durch die (von Wagner freilich angezweifelte) Zusammensetzung aus einzelnen mit der Grundfläche aneinander gekitteten Zellen von jener wesentlich unterscheidet. — Diese Herzmuskelfasern sind zu

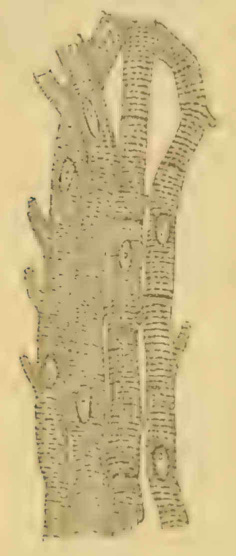


Fig. 278. Herzmusculatur des Kalbes. Auf der rechten Seite sind die einzelnen Zellterritorien markirt.



Fig. 279. Purkinje'scher Faden des Pferdeherzens.

Primärbündeln von ziemlich beträchtlichem Umfange zusammengefügt, welche meist wieder in Secundärbündel vereinigt sind. Schmale, nur stellenweis etwas breitere Züge des dem Perimysium angehörigen Gerüstes trennen sie von einander. Die Anordnung der Fasern resp. Bündel, die übrigens wegen der zahlreichen Uebergänge der verschiedenen Verlaufsrichtungen in einander schwer zu detailiren ist, folgt einem gewissen Typus, dessen Feststellung Sache der makroskopischen Forschung ist (s. Lehrbücher der Anatomie und Physiologie).

Ausser den bisher erwähnten gewöhnlichen Herzmuskelfasern finden sich dicht unter dem Endokard, aber auch noch in breiteren Zügen des Perimysium Purkinje'sche Fäden (s. S. 104 und Fig. 279), welche in zuweilen mehrschichtigen Netzen dem subendokardialen Gewebe eingefügt sind.

Auch die verschiedenen Erhebungen der inneren Herzoberfläche sind muskulöser Natur, die Querbalken freilich nur in ihrer frühesten Anlage, später tritt an Stelle des muskulösen ein rein bindegewebig-elastisches Substrat auf. Nur der kräftigere Querbalken der rechten Kammer des Rindes bleibt fast das ganze Leben hindurch muskulös (Franck).

Die **Herzklappen.** Zu der Bildung der Herzklappen tragen Myo- und Endokard in gleicher Weise bei. Das erstere liefert das Material für die bindegewebig-muskulöse Grundlage, das letztere bildet über beide Flächen derselben einen Ueberzug.

Die mittlere, von dem Myokard abstammende Schicht der Klappen differirt in den Atrioventrikular- und Halbmondklappen insofern, als in den ersteren der bindegewebigen Grundlage regelmässig Züge von der Vorkammer kommender, quergestreifter Muskulatur eingefügt sind. Dieselben verlaufen wesentlich in der Richtung vom Insertions- zum freien Rande, schief von der Vorkammer- zur Kammerfläche und enden dort kegelförmig und sind bis zum äussersten Ende quergestreift (Pitres). Die Muskulatur scheint sich oft zwischen den Bindegewebsbündeln zu verlieren, ohne mit solchen durch Kittsubstanz in Verbindung zu treten; nur zuweilen macht es den Eindruck, als ob die Muskelfasern durch Bindegewebszüge (eine Art Sehnenbündel) sich in die Chorden fortsetzen. Daneben finden sich indessen auch die Klappe in der entgegengesetzten Richtung, also etwa parallel dem Insertionsrande durchziehende Muskelbündel besonders im basalen Theile vor. — In den Semilunarklappen sind quergestreifte Muskelfasern von übrigens gleichem Verlaufe nur ganz an der Basis und scheinbar nicht immer anzutreffen. Die Grundlage ist somit in den Halbmondklappen eine vorwiegend bindegewebig-elastische mit verschiedener Faserrichtung.

Der endokardiale Ueberzug der Atrioventrikularklappen stimmt in seinem Bau im wesentlichen mit dem der betreffenden Herzabtheilung überein. Ein elastisch-bindegewebiges, aber mehr faseriges als lamelläres Stratum, das namentlich gegen die Kammer hin immer sehr reich an Rundzellen und auch an hauptsächlich von Ende zu Ende verlaufenden Muskelzellen ist, bildet die Grundlage dieser Ueberkleidung. — In den Valvulae sigmoideae zeigt der eigentlich endokardiale Ueberzug der Kammerfläche auch den Bau des Endokards; die Arterienfläche ist dagegen von einer Oberflächenschicht bedeckt, welche eine von der Intima des zugehörigen Gefässes abweichende Structur aufzuweisen hat. An der Stelle der in den Arterienwurzeln an elastischem Gewebe ausserordentlich reichen Intima tritt in der betreffenden Lage der Klappe ein bei jugendlichen Thieren sehr zellenreiches, bei älteren Individuen mehr blätterig-homogen erscheinendes Gewebe auf, das sich durch eine reichliche Menge von eingestreuten Muskelzellen auszeichnet.

Das Aranti'sche Knötchen stellt eine zellenreiche Verdickung der gegen den Rand ziehenden bindegewebigen Klappengrundlage dar,

in welcher eine Anzahl radiar die Klappe durchziehender Bündel ihr Ende erreichen.

Die mit den Atrioventrikularklappen in Verbindung tretenden Chorden sind bindegewebiger Grundlage und vom Endokard überzogen; die diesem entstammenden Faserzüge treten vom freien Rande und der Kammerfläche der Klappe aus in diese über.

3. Das **Perikard** besteht in seinem fibrösen wie serösen Blatte aus fibrillärem von sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln gebildeten Gewebe, in welchem auch reichliche Mengen feinster elastischer Fasernetze Aufnahme gefunden haben. An der dem Perikardialraum zugewendeten Oberfläche befindet sich das bekannte polygonale Endothel oft mit gelappten Rändern ineinander gefügt. Das Parietalblatt der Herzbeutelserosa ist mit dem fibrösen Blatte fast untrennbar verbunden, eine lockere subseröse Zwischenschicht, wie eine solche zwischen dem Herzbeutelblatte und der Pleura perikardiaca existirt, fehlt. Das Epikard steht durch seine Subserosa mit dem Perimysium internum in Zusammenhang; in ihr findet vielfach besonders in der Umgebung der Herzgefässe und im Bereiche der Sulci reiche Fettansammlung statt.

Die den Coronararterien entstammenden **Blutgefässe** des Herzens durchziehen mit ihren grösseren Aesten zunächst die breiteren Lagen des Perimysium und treten von da mit feineren Zweigen in das die Lücken der Fasern ausfüllende Bindegewebe, woselbst sie sich in langgestreckte Capillarnetze auflösen, die die einzelnen Fasern umspinnen. Sie gelangen weiterhin auch in das Peri- und Endokard sowie in die Klappen. Die letzteren sind allerdings nur im Bereiche der muskulösen Parthie vascularisirt. Nach Langer erhalten die Atrioventrikularklappen des Schweines sogar von zwei Seiten her i. e. vom Insertionsrande, wie von den Papillarmuskeln aus mittelst der Chorden ihre Gefässe. Die sich schnell zu weiten Venen sammelnden Abzugswege entleeren ihr Blut theils durch die Kranzvene in die rechte Vorkammer, zum anderen Theile in die Kammern selbst (auch in die linke!).

Lymphgefässe können in allen drei Schichten des Herzens nachgewiesen werden. Endokard und Perikard besitzen übereinstimmend Netze gleichmässig weiter oder unregelmässig aufgetriebener Röhren, die an breiterer Endokardialparthie (z. B. den Spitzen der Papillarmuskeln des Kalbes) selbst mehrschichtig werden. In die Chorden treten Lymphgefässe nicht über, in den Atrioventrikular- und Halbmondklappen sind sie spärlich und erreichen den freien Rand nicht. Die subendokardialen Lymphgefässe stehen durch feine Stämmchen auch mit denjenigen des Myokards in Verbindung, scheinen aber die unter dem Epikard befindlichen nicht zu erreichen. Sie bilden in dem Perimysium der Muskulatur nicht mit besonderer Struktur ausgestattete Bahnen (Eberth und Belajeff). Unter dem parietalen Blatte der Herzbeutelserosa des Schafes lassen sich solche in Form eines gröberen, tiefer liegenden und eines davon ausgehenden, oberflächlichen, feineren, gestrecktmaschigen Netzes nachweisen. Am Hundeherzen konnte Wedl

Lymphgefässstämmchen bloss eine kurze Strecke weit vom Visceral- in's Parietalblatt verfolgen.

Ueber die **Herznerven** der Säugethiere sind wir noch nicht hinreichend orientirt; die meisten diesbezüglichen Specialarbeiten beschäftigen sich mit denjenigen des Frosches, des Triton u. s. w.

Es steht für erstere Thierklasse fest, dass die den Plexus cardiacus bildenden, marklosen und markhaltigen Fasern dem Sympathicus und Vagus entstammen. Dieselben verbreiten sich jederseits, mit drei Aesten in der Regel dem Herzen zuziehend, an den Vorkammern, deren Septum und in den Ventrikeln. In der Kranz- und Longitudinalfurche bilden sie Geflechte, in welche zahlreiche Ganglien eingestreut sind. Diese selbst stimmen in der Mehrzahl mit denen des Sympathicus überein und sind so auch mit der von Klug übrigens als Kunstproduct bezeichneten Arnold-Beale'schen Spiralfaser ausgestattet. Andere dieser Zellen sind wirklich bipolar, manche birnförmig, zu zwei in gemeinsamer Scheide, aber »opponirter« Stellung aneinander gelagert. Neuere Autoren wie Klug und Löwit bezeichnen die Ganglienzellen als unipolare und oft bald nach dem Ursprung in zwei Schenkel getheilt. Schon Kölliker leugnete den Zusammenhang der Vagusfasern mit Ganglienzellen überhaupt, Klug tritt ihm neuestens bei Vignal dagegen nennt die Ganglienzellen des Vagus im Herzen T-formig, diejenigen des Sympathicus multipolar, giebt indessen die Schwierigkeit der Unterscheidung zu. Bidder glaubte endlich, die Spiralfaser für die hinzutretende Vagusfaser, die gerade Faser dagegen als die periphere, zum Muskelelement gehende betrachten zu müssen. Von den Ganglien-tragenden Geflechten ziehen nun feinste Fasern oder sich schnell theilende Zweige in die Muskelsubstanz, welche die Muskelelemente umspinnen. Andere lassen sich von hier aus noch bis in das Endokard verfolgen, woselbst sich insbesondere ein ganglienfreies Nervennetz ausbreiten soll. In der Substanz der Herzmuskulatur wurden von Remak für das Herzohr des Kalbes Ganglienzellenhaufen beschrieben, die aber von anderen Forschern nicht bestätigt werden konnten. Für den Frosch findet sich in dem Hohlvenensinus der wohl dominirende Remak'sche Haufen, welcher mit den an der Atrioventrikulargrenze gelegenen Bidder'schen Haufen in Verbindung zu stehen scheint.

Ueber die eigentlichen Herznervenendigungen gehen die Ansichten weit auseinander. Während Krause motorische Endplatten als die Endorgane der Herzmuskelnerven bezeichnet und auch Kölliker sie nach Analogie mit den Nerven der willkürlichen Skelet-Muskulatur endigen lässt, beobachtet Schweigger-Seidel im Hundeherzen Theilungen der sehr zahlreichen kernhaltigen Nervenfasern zwischen den Muskelzellen, bei Froschen ebenfalls kernhaltige nervöse Maschennetze, die sich den Muskelbündeln innig anschmiegen und von den Kernen feinere Fäden absenden, welche in das Innere des Bündels dringen und sich in Lücken der Muskelzellen einlegen, zwischen welch' letzteren feinste verzweigte Fäserchen verkehren, die mitunter den Muskelzellen fest anhaften. Gerlach glaubte sich ferner von dem Eindringen feinster Fädchen in die Muskelzelle selbst überzeugt zu haben. Fischer konnte dies nicht bestätigen. Endlich stellt neuerdings v. Openchowski die Endigungsweise der Nerven in der Herzmuskulatur derjenigen in der glatten Muskulatur an die Seite; er schildert bis zu dem Grundplexus Gerlach's laufende, markhaltige Vagusfasern, welche von hier ab marklos sich den Remak'schen Fasern anlegen. Terminale Fasern sollen nun von dem genannnten Plexus zu einer jeden Muskelfaser gehen, in welcher sie mit Endknötchen, Ranvier's taches motrices, abschliessen würden. Engelmann, Forster, Dew-Smith schliessen die Innervation einer jeden Muskelfaser für sich aus.

B. Das Lymphgefässsystem.

Am Lymphgefässsystem sind zu unterscheiden: Das System der interstitiellen Safträume und das der Lymphgefässe.

I. Interstitielle Safträume. Lymphsinus. Seröse Höhlen.

1. **Die interstitiellen Safträume** (vgl. auch Cornea, Saftcanäle). Das Saftkanalsystem (S. 148 u. 149) erweist sich als ein System in die Kitt- und Grundsubstanz der Gewebe eingegrabener, wandungsloser Hohlgänge (v. Recklinghausen) oder zwischen den von epitheloiden Bindegewebszellen umscheideten Bindegewebsbündeln übrigbleibender (Ranvier) und somit durch eine Art Endothelzellen (Schweigger-Seidel) von den Bündeln abgegrenzter Spalten und Lücken, welches bezüglich seiner Configuration und Reichhaltigkeit in den verschiedenen Organen mannigfache Differenzen darbietet. — In den festeren bindegewebigen Organen stellen sie regelmässigere Netze cylindrischer Hohlgänge dar, welche in ihrer Maschenform Uebereinstimmung zeigen mit der Anordnung der physiologischen Elemente. Zwischen den Lamellen lamellär gebauter Organe (Cornea, Knochen) treten sie als in den Knotenpunkten erweiterte, von da aus sternförmig sich verästelnde und so zusammenhängende Canalsysteme auf. In den lockeren, interstitiellen und adventitiellen Bindegeweben sind die übrigens sehr reichen Safträume oft zu weiten Lücken sich erweiternde Gewebsspalten. In epithelialen Häuten endlich dienen der Saftströmung die zwischen den Epithelien liegenden Kittleisten. — Die Reichhaltigkeit und Füllung der fraglichen Lücken steht jederzeit in directem Abhängigkeitsverhältniss zu der dauernden resp. augenblicklichen Thätigkeit, i. e. Stoffwechsel, in den betreffenden Organen. Ein regerer Stoffwechsel lässt selbstverständlich auch die Saftlücken sich mit reicherer Menge von Ernährungs- etc. Flüssigkeit füllen, die Saftbahnen erscheinen damit umfangreicher, die Silberimprägnationen geben bessere Resultate (v. Recklinghausen).

Die älteren Anschauungen (Virchow, Kölliker) liessen den Plasmastrom ein System hohler, sternförmig verzweigter und so auch miteinander communicirender Zellen (Plasmazellen Virchow's), welche sich einerseits an die Blut- andererseits an die Lymphcapillaren inseriren sollten (J. Arnold), passiren. Dem gegenüber sahen schon Brücke und Ludwig aus rein physiologischen Gründen in den Lücken der Gewebe, den sog. interstitiellen Gewebsräumen, die Bahn der Parenchymflüssigkeit. Aber erst v. Recklinghausen konnte in dem Parenchym der Organe, insbesondere in den bindegewebigen Gerüsten derselben und besonders in den bindegewebigen Organen durch Imprägnirung mit Silbernitrat ein System feinster und gröberer, meist unregelmässig gestalteter, anastomosirender Lücken nachweisen, die interstitielle Safträume genannt wurden.

Ueber den Zusammenhang des Saftkanalsystems mit zu- und abführenden Gefässen herrschen theilweise noch differirende Anschauungen.

Den Nachweis des Zusammenhanges der Blutgefässe mit den Lymphspalten und Lymphgefässen erbrachte zuerst Brücke durch die Beobachtung von durch die Blutgefässe des frischgetödteten Thieres eingespritzten Injektionsmassen in die Lymphgefässe; Andere bestätigten diese Erfahrung. Die älteren Anatomen liessen nun die-

sen Uebertritt der Ernährungsflüssigkeit ganz direct durch Poren erfolgen, die für die Passage der Blutkörperchen zu klein sein sollten; Leydig glaubte mit Anderen, dass die »hohlen« sternformigen Bindegewebskörperchen sich auch in die Blutcapillaren öffneten. Auch jetzt geben einzelne Autoren (v. Recklinghausen) die Möglichkeit einer offenen Verbindung der Safträume mit den Blutcapillaren zu, wie solche von R. Bohm direkt an den Silbernitratbildern der Synovialis gesehen sein wollen.

Der Uebertritt der Flüssigkeit in die Gewebe dürfte unter Berücksichtigung des intravasculären höheren Druckes auf einfache Filtration zurückzuführen sein. Den körperlichen Bestandtheilen freilich dienen behufs Emigration aus den Blutbahnen auch hier wohl die oben angedeuteten und entweder präexistenten oder durch die perforirenden Zellen erzeugten Stigmata und Stomata der Capillargefässe.

Ueber den Zusammenhang der interstitiellen Lymphspalten mit den abführenden Lymphgefässen konnte eine wirkliche Einigung in den Anschauungen noch nicht eziclt werden. Es stehen sich in dieser Frage zwei verschiedene Ansichten gegenüber. Die eine lässt die Lymphcapillaren direkt aus den Safträumen entspringen, mit ihnen also in offener Communikation stehen, die andere betrachtet die Lymphgefässe gegen die Safträume gerade so abgeschlossen wie die Blutgefässe, nur ein Filtrationsvorgang verursacht danach wie den Austritt so den Eintritt der Lymphe in die geschlossenen Bahnen.

Die erstere Anschauung vertreten Ludwig und Brücke, v. Recklinghausen, Ranvier, v. Thanhoffer und zahlreiche andere Forscher auf Grund der verschiedenartigsten Experimente und Beobachtungen. Der freie Uebertritt von vermittelst der Hyrtl-Teichmann'schen interstitiellen Injektionen in die Safträume gebrachten Flüssigkeiten in die Lymphgefässe und umgekehrt der Uebertritt solcher aus den Lymphgefässen in die Saftlücken werden von ihnen als sichere Beweise einer solch' offenen Communication in Anspruch genommen; v. Recklinghausen zeichnet weiters nach Imprägnationspräparaten vom Centrum tendineum des Zwerchfelles einen directen Uebergang der nicht gebräunten Saftkanälchen in die benachbarten kleineren Lymphgefässe, andere Autoren wie Schweigger-Seidel und Ranvier bekämpfen diese Darstellung und geben zu, dass eine directe Verbindung der Saftlücken resp. Gewebsspalten zwischen den Bündeln des Bindegewebes mit den Lymphgefässen noch nicht gesehen und dargestellt wurde.

Gegen eine directe Verbindung der Lymphgefässe und interstitieller Lymphräume resp. Gewebsspalten sprechen sich neuerdings u. A. Toldt, Dogiel und Sappey aus. Der letztere bedient sich zur Demonstration der Lymphgefässe einer ganz eigenartigen Methode, der Cultur nämlich von Mikrokokken und Bacterien, welche in die Lymphwege eingeführt werden, deren Entwickelung in den Blutgefässen er jedoch durch Einspritzung angesäuerter Flüssigkeiten verhindert. Durch Färbung dieser Mikroorganismen stellt Sappey alsdann ein Netz feinster, 1 μ nicht übersteigender Capillaren dar, welche alle unter einander communiciren und an den Knotenpunkten kleine Erweiterungen, Lakunen, zeigen. Dieselben scheinen ihm gegen die Blutcapillaren (und wohl auch die interstitiellen Safträume?) hermetisch abgeschlossen. Toldt spricht die gleiche Ueberzeugung auf Grund der Möglichkeit der Darstellung geschlossener Netze von Lymphcapillaren, wie dies ihm, Teichmann und Langer, ohne einen Uebertritt der Injektionsflüssigkeit in das Lückensystem des Bindegewebes herbeizuführen, in den verschiedensten Geweben und Organen gelungen ist.

2. Die **Lymphsinus**. Ausser den in den bindegewebigen Bildungen sich vorfindenden anastomosirenden Lymphspalten existiren in der Umgebung

gewisser Organe noch zusammenhängende, oft auch durch feinste zarte Bälkchen unterbrochene, also unvollkommen septirte Räume, welche als Lymphräume zu betrachten und demgemäss auch mit Endothelien austapezirt sind. Wir heissen dieselben Lymphsinus und finden sie besonders in den Lymphdrüsen als perifollikuläre, in den drüsenführenden Schleimhäuten (Magendarm-, Uterusschleimhaut etc.) als periglanduläre, in den Drüsen (Speicheldrüsen, Hoden, Milchdrüse etc.) als periacinäre resp. peritubulöse und schliesslich in der Umgebung der Gefässe (Pfortadercapillaren der Leber, Gefässe des centralen Nervensystems und der Retina, Milz, Knochengefässe, Uterusgefässe etc.) als perivasculäre Räume. — Diese Lymphsinus stellen schalenartige Umhüllungsräume dar, die sich in ihrer Form den umhüllten Gebilden adaptiren und somit entweder kugelig oder schlauchartig gestaltet sind. Ihre Wand ist von dem benachbarten Gewebe gebildet, dem sich einwärts ein mehr oder weniger vollkommener Zellenbelag anfügt, oder es finden sich in der Wand dieses Lymphraumes, so in der Uterusschleimhaut (Ellenberger), membranartig untereinander verbundene Bindegewebsbälkchen, mit ihnen einwärts aufgelagerten, endothelartigen Bindegewebszellen vor. — Diese cylindrischen oder kugelschalenartigen Lymphräume sind gegen die Umgebung meist nicht vollkommen abgeschlossen, sondern sie stehen namentlich in den adenoiden Geweben, durch zahlreiche, zwischen den Bindegewebsbälkchen übrigbleibende Lücken in offener Communikation mit dem Lückensystem des Reticulum. Es kann somit der Lymphstrom von diesem seinen Weg direkt durch die Lymphräume nehmen. —

3. **Seröse Höhlen.** Es war bisher ganz allgemein Usus, die Leibeshöhle sowohl nach der bisherigen entwickelungsgeschichtlichen Ansicht, als auch wegen ihrer directen »offenen« Verbindung mit den Lymphgefässen und wegen ihres Gehaltes an Serum d. i Lymphe als einen den gewöhnlichen Lymphsinus und Spalten der bindegewebigen Organe und Gerüste analogen, mächtig entwickelten Lymphraum zu betrachten, der sich durch Spaltenbildung in dem Mesoblast differenzirt habe. Nachdem nun aber O. Hertwig in seiner Coelomtheorie die Entwickelungsgeschichte des Coeloms in eine ganz neue Phase übergeleitet hat, wonach dasselbe als eine paarige Aussackung des Urdarms entstanden sein soll, hat man vielfach die genannte Höhle aus dem Lymphgefässsystem eliminirt und somit von den allein als grossere Lymphräume übrig bleibenden Höhlen, dem Subdural- und Subarachnoidealraum geschieden. Das die Wandung der Leibeshöhle bildende Gewebe führt man demnach auf entodermalen Ursprung zurück. Wenn nun schon manche Autoren sich der Hertwig'schen Anschauung über die Coelombildung gegenüber zweifelhaft verhalten, so wird es insbesondere vom Standpunkte des Histologen erklärlich erscheinen, wenn mit Rücksicht auf die Uebereinstimmung in der Auskleidung und Begrenzung der Leibeshöhle mit den Lymphgefässen und Lymphräumen, die serösen Höhlen hier ihre Abhandlung finden. Es würden sich daran eventuell auch die Gelenkhöhlen, Schleimbeutel, Sehnenscheiden reihen lassen, diese finden indessen in dem Capitel »motorische Organe« gesonderte Besprechung.

Schon der allgemeine Theil (vergl. Seite 232) lehrt, dass die **serösen Häute**, welche die serösen Höhlen innen auskleiden, der Gefässintima nahestehende, fibrillär-elastische Membranen darstellen, welche auf ihrer

Oberfläche mit einschichtiger Endotheilage und meist unter der Propria serosae mit einem engmaschigen Lymphcapillarnetz ausgestattet sind.

Es ist nun zuerst von Schweigger-Seidel und Dogiel, dann von Ranvier u. A. für die serösen Häute des Frosches das Vorhandensein sogenannter Stomata d. h. kleiner ovaler oder eckiger, verschieden grosser Lücken in der Kittsubstanz zwischen den Endothelien nachgewiesen worden, welche von der freien Oberfläche etwa der Retroperitonealmembran in die dieser direkt anliegende Lymphcysterne hineinführen, so dass an dieser Stelle die endotheliale Auskleidung der letzteren sich ohne Weiteres in die der Bauchhöhle fortsetzt. Die übrigens recht zahlreichen Stomata werden von in die Länge gezogenen, polygonalen, radiär angeordneten Zellen mit dem freien Ende eingelagerten Kernen umlagert; zuweilen füllen sich die genannten Oeffnungen ganz oder theilweise mit Lymphzellen an. — In ähnlicher Weise haben auch für einzelne Säugethiere (Kaninchen, Ratte, Maus etc.) hervorragende Forscher die freie Communikation der serösen Höhlen mit den Wandlymphgefässen aufgefunden. Dieselbe wird auch hier vermittelst häufiger Stomata hergestellt, die mit den Lymphbahnen der Nachbarschaft zusammenhängen. So wurde die Verbindung der Zwerchfellsgefässe mit der Bauchhöhle von v. Recklinghausen u. A. durch die Aufnahme von körnigen Massen, Milchkügelchen etc. aus dem Cavum peritonei, von Schweigger-Seidel u. A. durch Imprägnation mit Silbernitrat und den dadurch erzielten Nachweis des Ueberganges des Pleuroperitoneal-Endothels in das Endothel der Lymphbahnen des Zwerchfells konstatirt. Dybkowsky konnte den gleichen Nachweis für die Stomata der Costalpleura und die in den Intercostalräumen unter ihr gelegenen Lymphgefässe führen.

In der Regel zeigt das Endothel je in der Communikationsstelle der Zwerchfellslymphgefässe mit der Peritonealhöhle ein etwas abgeändertes Verhalten. Die Endothelzellen sind hierselbst kleiner als in der Umgebung und nicht fest mit einander verbunden, sie lassen vielmehr spaltförmige Oeffnungen zwischen sich, Stomata, welche zunächst in die sog. Lymphbrunnen Ranvier's d. s. von Rundzellen umscheidete, röhrenförmige Gänge führen, die schliesslich in die eigentlichen, zwischen den Bindegewebsbündeln des Centrum tendineum verlaufenden Lymphbahnen münden. In ihrer Umgebung soll das Gefüge der Serosa ein lockereres sein.

Dubar und Remy bestreiten dagegen das Vorhandensein offener Communicationen der serösen Höhlen mit den Lymphgefässen ihrer Wand und führen den Uebertritt der Injectionsflüssigkeiten aus der Bauchhöhle in die Lymphbahnen des Zwerchfelles auf den hohen Druck zurück, welchen bei der Respiration die Leber auf das Zwerchfell ausübe und der somit die betreffende Substanz durch und zwischen den Endothelien in die Lymphbahnen eindringen lasse, deren Lumen stellenweis nur durch zwei Endothelschichten ohne Dazwischenkunft von Bindegewebe von der Bauchhöhle getrennt sei. Sie übersahen dabei allerdings die Erfolge des v. Recklinghausen'schen Versuches, nach welchem ein Uebertritt von Milchkügelchen in die Lymphbahnen auch schon dann beobachtet werden kann, wenn das über einen Korkring

ausgespannte, frisch entnommene Zwerchfell mit einigen Tröpfchen Milch bedeckt wird. Auch Herrmann und Tourneux treten der Existenz offener Verbindungen der serösen Höhlen mit den Lymphgefässen entgegen — wohl mit Unrecht.

II. Lymphgefässe.

Die **Lymphcapillaren.** Das vorige Kapitel lehrte bereits, dass auch die Lymphgefässe sich in den Organen mit feinsten, netzbildenden **Capillaren** verzweigen, die entweder in offener Communikation mit den interstitiellen Lymphräumen stehen oder hermetisch für sich abgeschlossen und nur einem Diffusionsstrom zugänglich sind.

Zum Aufbau dieser Lymphcapillaren dienen ganz wie zu dem der Blutcapillaren mit gelappten Rändern ineinander greifende kernhaltige Endothelzellen. Dieselben treten meist zu Netzen zusammen, welche in ihrer Maschenbildung mit den zugehörigen Lymphcapillaren in der Regel übereinstimmen, — aber gewöhnlich nicht in der direktesten Nachbarschaft der Blutgefässe zu finden sind, sondern mehr central in den Maschen des Blutgefässnetzes liegen. In den papillären Erhebungen freier Oberflächen (Darmzotten) beginnen die Lymphgefässe mit blind endigenden, zuweilen kolbig erweiterten Röhrchen, die dann ebenfalls die Axe der Papillen innehalten und so von den peripheren Blutgefässen umsponnen werden. Auch an zottenlosen, häutigen Ausbreitungen lagern sie meist nicht direkt unter der freien Oberfläche, sondern es erreichen die Blutgefässe allein die oberflächlichsten Lagen. In der Nierenkapsel des Hundes umranden die Lymphcapillaren nach Dogiel kleine Gewebsinseln mit sehr engmaschigem Blutgefässnetz. Dieselben sind dabei nicht überall, auch nicht in den gleichen Theilen eines Organes gleich weit, sondern zeigen oft varicöse Anschwellungen, plötzliche Einkerbungen und faltige Erhebungen der Wand gegen das Lumen (eine Art Klappenbildung); besonders an den Knotenpunkten des Netzes treten lakunäre Erweiterungen der Lymphbahnen häufig auf.

Es sei noch erwähnt, dass, wenn die oben angedeuteten Sappey'schen Beobachtungen zutreffen, ausser den geschilderten in der Regel die Blutcapillaren an Weite übertreffenden Lymphcapillaren feinste ca. 1 μ messende Haarröhrchen (capillicules) existiren, welche die eigentlichen Anfänge der Lymphbahnen darstellen sollen. Ueber den Bau derselben äussert sich Sappey nicht.

Die aus diesen Lymphcapillarnetzen hervorgehenden **Sammelstämmchen**, welche vielfach auch noch durch Queranastomosen zu gröberen, besonders ausserhalb der Organe die kleinen Arterien umspinnenden Netzen verbunden sind, zeigen sich schon sehr bald durch den Besitz von Klappen und oft auch eine, immer aber noch feine Schichtung der Wand aus; so treffen wir als äusserste Lage eine zarte, structurlose Hülle, oder eine fibrilläre, elastische Fasern und zuweilen auch muskulöse Elemente vorzugsweise in cirkulärer Anordnung enthaltende Schicht.

Der Bau der **grösseren**, in Form selbstständiger Gefässe auftretenden **Lymphröhren** stimmt mit dem der Venen im Wesentlichen überein. Schon makroskopisch haben beide Gefässarten die dünne Wand und das Vorhandensein von Klappen gemein und bei mikroskopischer Untersuchung ergiebt sich wie bei den Venen bald eine wirkliche Scheidung der

Wand in die bekannten drei Lagen Intima, Media und Adventitia, bald ist eine deutliche Trennung in diese nicht durchführbar. Die Elemente, welche sich an diesem Aufbau betheiligen, sind auch bei den Lymphgefässen die Elemente des Bindegewebes und der Muskulatur. Der Endothellage schliesst sich ein hauptsächlich longitudinal verlaufendes, feinfaseriges Bindegewebe an, welches von gleichgerichteten elastischen Netzen und hier und da von nicht continuirlichen Zügen ebenso gestellter Muskelfasern durchsetzt ist. Wie Flemming ästige, netzartig verbundene, in der Richtung dieser verlaufende Zellen in der Wand der Lymphgefässe findet, so konnte auch ich mehrfach im subendothelialen Gewebe scheinbar noch über der Muskulatur langgestreckte, an beiden Enden sich zweitheilende, netzbildende Zellen wahrnehmen, die ich aber eher als Bindegewebszellen und nicht wie Flemming als Vorstufen von Muskelzellen ansehen möchte. Die Media zeigt sich meist gröberfaserig, besitzt dichtere, elastische und vorwiegend quergestellte Netze, welchen namentlich an den aufsteigenden Lymphgefässen der Extremitäten mehr zusammenhängende Lagen circulär verlaufender organischer Muskelfasern eingefügt sind. Die Adventitia ist lockerer, fibrillär-elastischer Struktur und enthält scheinbar häufig ein dichtes Netz von Blutgefässen, die z. B. an den die Vena saphena begleitenden Lymphgefässen des Pferdes von mehreren, parallel der Axe verlaufenden arteriellen und venösen Gefässstämmchen mit reichlichen, queren Anastomosen und dazwischen liegenden capillären Netzen gebildet werden.

Die **Klappen** sind sehr zarter Natur und bergen hauptsächlich die Elemente der Intima.

Bezüglich des gegenseitigen Verhältnisses der einzelnen Wandschichten gilt im Allgemeinen für die Lymphgefässe auch das für die Venen Gesagte. Die horizontal laufenden und absteigenden Lymphgefässe sind sehr dünnwandig und entbehren wie der Ductus thoracicus in ihrer Media scheinbar ganz oder wenigstens stellenweise der Circulär-Muskulatur, während die mittlere Haut, wie die meist wohlentwickelte Adventitia, reichliche Mengen elastischen Gewebes führt. In den aufsteigenden Lymphgefässen stellt die Circulär-Muskulatur im Bereich der Media continuirliche Lagen her. —

III. Lymphfollikel und Lymphdrüsen.

1. Die **Lymphfollikel.** Allgemeines. Es ist eine allgemeine, für den ganzen Körper giltige Regel, dass die Lymphgefässe, welche aus einem Organ entspringen, ihren Inhalt nicht auf direktem Wege in die grossen Sammelstämme des Lymphgefässsystems hineinführen, sondern dass sie denselben erst durch eigenthümliche, von cytogenem Bindegewebe aufgebaute Organe hindurchleiten, welche als die Mutterstätten der Lymphoidzellen der durchfliessenden Lymphe neue Lymphzellen als Ersatz der zu Grunde gegangenen und verbrauchten Zellen beimischen. Diese Bildungsstätten der Leukocyten treten in weiter Verbreitung im Körper auf. Immer bildet das lymphadenoide oder reticuläre Gewebe (s. o. S. 155) ihre Grundlage; dasselbe kann jedoch entweder in diffuser An-

ordnung, ohne regelmässige Form zu besitzen, den verschiedenartig gebauten Bindegewebshäuten eingesprengt sein — oder es stellt kugelige oder cylindrische, sich verzweigende und mehr oder weniger von der Nachbarschaft abgegrenzte Gebilde, sogenannte Follikel, resp. Stränge oder Schläuche her.

A. Die **diffusen Anhäufungen lymphoiden Gewebes** treten in Schleimhäuten fibrillären wie reticulären Charakters, in serösen Häuten (grosses Netz vieler Säuger) auf, besonders findet man sie aber in der Umgebung lymphoider Organe, wie der Tonsillen etc.

B. Die von ihrer Umgebung deutlicher abgegrenzten **lymphoiden Gebilde** sind entweder als intraparenchymatöse Follikel anderen Organen eingewebt, oder sie treten häufig nebst den mit ihnen sich verbindenden Strängen zur Bildung besonderer Organe wie der Lymphdrüsen, Milz etc. zusammen.

a) Die Lymphfollikel, welche als Solitärfollikel einzeln oder als Haufendrüsen zu mehreren zusammengeschaart in mancherlei Organen (Darmschleimhaut, Conjunctiva, Milz etc.) sich vorfinden, stellen kleine, kaum stecknadel- oder hirsekorngrosse, im Durchschnitt 0,5–1,5 *mm* messende, sphärische oder ovoide Knötchen von gelblichweisser Farbe dar. Das sie bildende reticuläre Gewebe zeigt in der Regel im Centrum einen zarteren Bau und weitere Maschenbildung, in der Peripherie ist es dichter und gröber. In den von ihm gebildeten Maschen sind reichliche Mengen von Lymphoidzellen aufgestapelt, die zunächst das Netzgerüst vollkommen verdecken und dieses erst durch Auspinseln oder Schütteln im Wasser frei werden lassen, so dass sich das ganze Gebilde vordem als ein Aggregat reicher Mengen von Lymphoidzellen präsentirt. Ein capilläres Blutgefässsystem, welches von einem die Follikel umspinnenden, gröberen Gefässnetz entspringt, durchsetzt diese in radiärer Richtung, wobei die Capillaren in der Nähe des Follikelcentrums einfach schlingenartig in die Vene umbiegen, oder sich zu einem weitmaschigen Netze verbinden. Lymphgefässe sind dagegen innerhalb eines Follikels nicht nachweisbar, vielmehr ist ein übrigens sehr dichtes Lymphgefässnetz nur oberflächlich an den Follikeln anzutreffen, das sich besonders in den Darmfollikeln in einen kugelschalenartigen Raum (Lymphsinus His') ergiesst, der das kleine Gebilde ganz oder theilweis umscheidet. Das die Lymphbahnen auskleidende Endothel überkleidet dann auch, wie durch Silbernitrat nachweisbar ist, die Oberfläche der Follikel.

b) Auch die Lymphstränge oder Schläuche sind wie die Follikel lymphadenoid gebaute, aber cylindrische Gebilde von 50—180 *μ* Durchmesser, welche in ihrer Axe meist ein kleines Blutgefäss führen und ihre Beziehungen zu dem Lymphsystem durch das Vorhandensein eines hohlcylindrischen Umhüllungsraumes documentiren, der eine Lymphbahn darstellt. Sie entspringen meist direkt von Lymphfollikeln und verzweigen sich, um durch ihre Verästelungen sich miteinander netzartig zu vereinen.

Bezüglich des Details über alle diese Lymphoidbildungen, soweit

sie besonders als intraparenchymatöse in zahlreichen Organen des Körpers vorkommen, muss auf die letzteren verwiesen werden. Im Anschluss hieran können nur die ebenfalls lymphoid gebauten, selbstständigen Organe des Lymph- und Blutgefässapparates abgehandelt werden. Im Allgemeinen zeigen dieselben als gemeinsame Eigenthümlichkeiten: Das Vorhandensein eines bindegewebigen und oft muskulösen Gerüstes, welches, rundliche und langgestrecke Maschen umschliessend, die

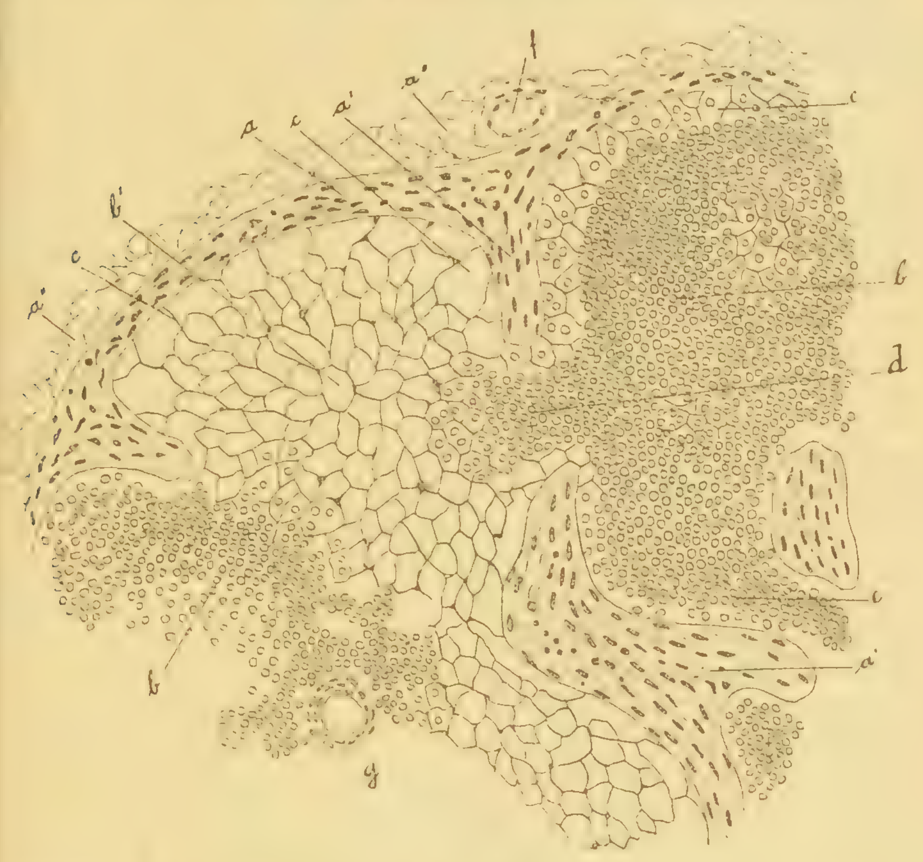


Fig. 280. Lymphdrüse des Schafes (halbschematisch).
a) Aeussere Hülle der Lymphdrüse mit deren Trabekeln (*a'*) und adventitiellem Gewebe (*a''*), *b*) Lymphfollikel in *b'* ausgepinselt, *c*) deren Umhüllungsraum mit den ihn durchziehenden Spannfasern, *d*) Interfollikular- *e*) Markschläuche, *f*) Lymphgefäss, *g*) Blutgefäss.

grösseren zu- und abführenden Gefässe trägt. In den Lücken des Gerüstes lagern die Lymphfollikel und die mit diesen, wie auch netzförmig untereinander verbundenen Stränge; beide durchsetzt von capillären Blutgefässen, beide in den meisten lymphoiden Bildungen umscheidet von den oben angedeuteten Lymphsinus.

2. Die **Lymphknoten** oder **Lymphdrüsen**, glandulae s. ganglia lymphatica stellen bohnenförmige, festweiche, saftige Organe dar, welche in eine periphere Rinden- und eine centrale Markzone zerfallen.

Die von der äusseren Hülle (cf. Fig. 280a) entspringenden, bindegewebigen Septen, welche von jener in die Rinde eintreten, scheiden daselbst rundliche, pyramiden- und birnförmige, öfter mit einander communicirende Räume ab und lösen sich alsdann in Trabekeln (cf. Fig. 280a') von rundlicher Form auf, welche durch Verästelung und gegenseitige Verbindung in der Marksubstanz ein poröses Gerüstwerk bilden, dessen Lücken mit den rundlichen etc. Räumen der Peripherie in direkter Verbindung stehen. Gegen den Hilus der Lymphdrüsen hin vereinigt sich dieses Bindegewebsgerüst zu festeren, keine eigentlichen Lücken zwischen sich lassenden Massen (Hilusstroma), in welchen grössere Gefässe wahrgenommen werden.

In den rundlichen Lücken der Drüsenrinde lagern nunmehr die **lymphoiden Follikel** (cf. Fig. 280 b), in Form von den Lücken selbst sich anpassenden, rundlichen Körpern, welche den Raum jener nicht vollständig ausfüllen, sondern durch zarte, oft verzweigte »Spannfasern« (cf. Fig. 280c) an Drüsenhülle und Septen aufgehängt, einen kugelmantelartigen Raum (Lymphsinus [cf. Fig. 280c]) übrig lassen, welcher der Lymphströmung dient. — In den unregelmässigeren Lücken des Drüsenmarkes dagegen finden sich die von den Follikeln entspringenden und durch ästige Abzweigungen netzartig sich verbindenden Markschläuche oder Stränge (cf. Fig. 280e). Dieselben sind ebenfalls an den Trabekeln des Bindegewebsgerüstes fixirt und von hier naturgemäss mehr cylindrischen Lymphräumen umfasst.

Diese Lymphsinus selbst leiten die von den zuführenden Lymphgefässen in sie einströmende Lymphe, die somit die Lymphfollikel und Schläuche umspült und sich dann in die aus dem Hilusstroma hervortretenden, abführenden Lymphgefässe ergiesst.

Bezüglich des histologischen Aufbaues der einzelnen Theile einer Lymphdrüse lässt sich nun für unsere Hausthiere das Folgende eruiren.

a) **Die Hülle und das Gerüst der Lymphdrüsen** wird theils von fibrillärem Bindegewebe hergestellt, das darin zu feineren oder gröberen Bündeln und Lamellen zusammengefügt ist; in anderen Lymphdrüsen, und zwar besonders beim Schweine auch durch ein zartes, netzadriges Gewebe, in welchem ausserordentlich zahlreiche, undeutlich abgegrenzte Zellen mit grossen rundlichen Kernen sich finden; wieder andere Lymphdrüsen, besonders beim Pferde, enthalten in Hülle und Gerüst ein engmaschiges, grobfaseriges Netz mit ca. 8 μ Maschenweite, in dessen Lücken einzelne Lymphoidzellen eingelagert sind. Ausser den verschiedenartigen Bindegewebszellen finden sich in Hülle und Stroma auch noch organische Muskelzellen, die besonders in den Lymphknoten des Rindes, wie dies Heyfelder und His zuerst nachwiesen, ganze Züge herstellen, aber auch bei den übrigen Thieren (Schaf, Schwein, Pferd) in grosserer oder geringerer Reichlichkeit gefunden werden. Die direkt von der inneren Oberfläche der Hülle entspringenden Septen sind platte, hohlkugelartig gestaltete Wände, welche alveolenartige Räume abgrenzen, die nur gegen den Hilus, zuweilen

auch gegen die Nachbarräume offen sind. Centralwärts lösen sich bei ihrem Uebergange in die Marksubstanz diese Septen in rundliche oder platte Trabekeln auf, welche engere, nicht mehr so vollkommen abgeschlossene, sondern allseitig mit einander communicirende Räume übrig lassen. Es liegt somit in dem Baue des Bindegewebsgerüstes der Marksubstanz ein Verhältniss vor, das an die Einrichtung eines Badeschwammes erinnert.

In der Nähe des Hilus verengern sich die Lücken mehr und mehr und schliesslich fliesst hier das bindegewebige Maschennetz zu einer mehr zusammenhängenden, massiven Substanz, dem Hilusstroma, zusammen. In ihm werden, wie in dem Bindegewebsgerüst, gröbere, arterielle und venöse Blutgefässe angetroffen, in der Hülle und in dem Hilusstroma ausserdem noch die in die Lymphsinus ausmündenden, zu- und abführenden Lymphgefässe. — Gegen die dem Lymphstrome dienenden Umhüllungsräume der Follikel und Markschläuche ist die Gesammtheit des bindegewebigen Gerüstes, wie auch die Drüsenhülle und das Hilusstroma durch einen Endothelialbeleg abgegrenzt, welcher in ähnlicher Weise wie auf den übrigen mit Lymphe in Contact tretenden Oberflächen durch Silbernitratinjektion nachgewiesen werden kann.

b) **Die lymphoiden Gebilde der Lymphdrüsen.** Die in der Rindenzone gelegenen Lymphfollikel der Lymphdrüsen sind von rundlicher oder birnförmiger Gestalt und sehr differenter Grösse. Beim Pferde erscheinen sie in der Regel rundlich oder ovoid mit einem Durchmesser von 0,3 *mm* (Schwankungen zwischen 0,2—0,43 *mm*), beim Rinde sind sie zunächst mehr pyramidenförmig oder langoval, durchschnittlich ca. 0,45 *mm* lang und 0,31 *mm* breit, ihre Basis kehren sie gegen die Oberfläche, ihre schmälere Partie gegen das Centrum des Organs. Bei Schafen treten einzelne Follikel viel seltener hervor; meist wird die Rinde von einem zusammenhängenden lymphoiden Gewebe gebildet, in welchem die der Rinde entstammenden Septen nur spärlich gesehen werden. Beim Schweine stellen sie deutlich runde oder ovoide Bläschen dar, die durchschnittlich 0,35 *mm* messen.

Die Follikel zeigen übereinstimmend ein weitmaschiges, weniger zellenreiches Centrum, in welchem feinste Gefässe nicht selten beobachtet werden. Das periphere Follikulargewebe dagegen ist engmaschiger, mit spaltförmigen, concentrisch gelagerten Lücken ausgestattet, die eingelagerten Lymphzellen liegen dichter; daher rührt das meist dunklere Aussehen der Randpartie der Follikel. So beträgt beim Pferde z. B. die durchschnittliche Maschenweite der centralen Partien des Follikelnetzes 12,3 μ, diejenige an der Peripherie der Follikel 18,5 μ in der Länge, 8,6 μ in der Breite. Die dem Netze eingelagerten, übrigens sehr reichlichen Zellen tragen in der Mehrzahl den lymphoiden Character und messen durchschnittlich 4—6 μ, ausserdem beobachtet man aber auch noch zahlreiche, undeutlich contourirte, einen langovalen Kern führende Zellen von etwa 6—7 μ Breite und 7,5 bis 8,7 μ Länge. Von der Oberfläche der Follikel entspringen, insbeson-

dere häufig beim Rinde, querverlaufende Stränge (cf. Fig. 280 d) reticulären Gewebes, welche, die bindegewebigen Septen durchbrechend, an das Nachbarfollikel sich ansetzen.

Die Follikularstränge (v. Recklinghausen), Lymphröhren (Frey) oder Markschläuche (His) sind cylindrische, röhrenförmige Stränge, welche, netzartig mit einander verbunden das Lückensystem jenes schwammartigen, bindegewebigen Gerüstwerks der Marksubstanz erfüllen. Da sie übrigens in der Ein- oder Zweizahl von den Follikeln ihren Ursprung nehmen, so bringen sie dieselben gleichzeitig untereinander in Zusammenhang. Ihr Durchmesser ist ein sehr differenter. So messen sie z. B. beim Schafe, bei dem sie sich sehr deutlich von dem Gerüstwerk abheben, zwischen 0,023 und 0,078 *mm*, durchschnittlich 0,047 *mm* im Quermesser, oft aber verbreitern sie sich plötzlich derart, dass sie die doppelte Breite aufzuweisen haben. In ihrem Baue gleichen diese Stränge den Follikeln durchaus und weichen nur hier und da in der Weite ihrer Maschen von diesen ab; so betragen sie beim Schweine ca. 20 μ in den Follikeln und in den Follikularsträngen; in den letzteren steigt freilich ihre Grösse oft bedeutender und ausserdem besitzen sie daselbst stets mehr langgestreckte Formen; so erreichen sie nicht selten eine Länge von 37 μ und eine Breite von 16 μ. In Durchschnitten durch die Markschläuche sieht man in der Regel den Querschnitt eines kleinen Gefässes.

In gleicher Weise wie nun auf der dem Lymphsinus zugewendeten Oberfläche des kapsulären Gewebes und interstitiellen Gerüstes Endothelzellen nachgewiesen worden sind, so finden sich solche nach den Untersuchungen v. Recklinghausen's auch auf der Oberfläche wenigstens der Follikel; das Endothelium scheidet so in der Drüse ein System geschlossener Lymphgänge ein, aus welchen, nach Ranvier u. A., auch noch die dasselbe durchsetzenden »Spannfasern« durch aufliegende Endothelien ausgeschaltet werden (s. unten).

Der die Follikel und Follikularstränge umhüllende Raum (Umhüllungsraum Frey's, cavernöser Raum Ranvier's, Lymphsinus His', der, wie oben bereits angedeutet, nach Form der lymphoiden Gebilde bald mehr kugelschalen-, bald mehr schlauchartig gestaltet ist, variirt in seiner Weite etc., je nach dem Füllungszustande der adnexen Lymphgefässe. Wenn die Lymphmenge eine geringe, so collabirt derselbe, andernfalls bildet er einen mehr oder weniger breiten, hellen Saum um die lymphoide Bildung. Bei nicht besonders präparirten Drüsen mass er im Mittel 24 μ für das Pferd, 34 μ für das Rind, 17 μ für das Schaf.

Wie oben angedeutet, sind die in den Lücken des Lymphdrüsengerüstes lagernden lymphoiden Gebilde von »Spannfasern« (Frey), einem Stützreticulum (Orth) befestigt, welche von der äusseren Oberfläche jener zu der Innenfläche der Gerüsttheile ziehend den Lymphsinus durchsetzen. Diese Spannfasern sind radiär gestellte, verschieden breite, häufig spitzwinklig getheilte Fäden, welchen Kerne nach Toldt,

Frey u. A. ein-, nach Ranvier, Bizzozero, v. Recklinghausen etc. aber aufgelagert sind. Die ersteren Autoren halten dasselbe demnach für ein Zellenreticulum, die letzteren für ein faseriges, von Endothelzellen bedecktes Gerüstwerk. Beim Rinde ist dasselbe häufig mit braunem Pigment gefüllt, das dadurch über die Ausdehnung der Lymphsinus gut Auskunft zu geben vermag.

Das gegenseitige Verhältniss der bindegewebigen Umhüllungs- und Gerüstsubstanz zu dem Lymphoidgewebe, sowie der verschiedenen Erscheinungsformen dieser zu einander variirt nun bei den verschiedenen Thiergattungen nicht unbeträchtlich.

Verhältnissmässig wenig entwickelt ist das bindegewebige Gerüst beim Pferde, Hunde und auch in der Rindenzone beim Schafe, mächtiger tritt uns dasselbe in der



Fig. 281. Querschnitt durch die Mesenterialdrüse eines 10 Tage alten Kalbes. *a*) Kapsel, *b*) Balken, *c*) Follikel, *d*) Markstränge.

Lymphdrüse des Rindes, der Markzone des Schafes und Schweines entgegen, man kann es hier in Form eines grobzügigen Netzwerkes, das das ganze Drüsenparenchym als continuirliches Balken- oder Bälkchengerüst durchsetzt, dort in mehr vereinzelten Strängen und zartesten Faserzügen beobachten. Ein eigentliches Hilusstroma, wie das allgemeine Schema der Drüsen ein solches lehrt, findet sich durchaus nicht bei allen Thieren gleichmässig entwickelt vor; vielfach erreicht vielmehr an Stelle der austretenden Lymphgefässe die Marksubstanz selbst die Oberfläche; das sehen wir z. B. oft beim Pferde, Schafe und besonders beim Hunde. In den Mesenterialdrüsen des Schweines zeigt sich die Eintrittsstelle der zuführenden Lymphstämme, nach Chievitz, ausgehöhlt und umgekehrt die Austrittsstelle der hinwegführenden Lymphgefässstämme erhaben. Das cytogene Gewebe zeigt die geschilderte typische Anordnung nur in den kleineren Lymphdrüsen und vorzugsweise beim Rinde (cf. Fig. 281), beim Pferde ist die follikuläre Einrichtung der Rindenschicht zwar vorhanden, aber in der Markzone kann das Netz der Follikularstränge durchaus nicht in typischer Weise

beobachtet werden. Manche Lymphdrüsen des Pferdes zeigen vielmehr in der Marksubstanz fast nur reticuläres Gewebe, ohne dass eine Scheidung in netzförmig angeordnete Markstränge möglich wäre. Andere Lymphdrüsen des Pferdes lassen dagegen einen eigenthümlich cavernösen Bau erkennen, in Durchschnitten solcher finden sich zahlreiche durchschnittlich 55—78 μ grosse, auch confluirende, rundliche Lücken, welche von Endothelien umgrenzt sind, aber einer eigentlichen Wand entbehren. Zwischen ihnen lagert fast allein lymphoides Gewebe, das somit in Form von feineren und gröberen netzförmig verbundenen Scheiden auftritt, welche die Lymphbahnen — denn als solche erweisen sich in Injectionspräparaten die angedeuteten Cavernen — umhüllen. Beim Schafe treten, wie oben bemerkt, eigentliche Follikel in der Rindensubstanz selten auf; das reticuläre Gewebe derselben bildet vielmehr eine mehr zusammenhängende, hie und da septirte und so zuweilen auch in keilförmige Massen abgeschiedene Schichte, in der nur schmale Lymphsinus sich finden. Dagegen beobachtet man in der Markzone deutlich die Bildung verzweigter Trabekel. Ferner sind beim Schweine Unregelmässigkeiten in der Form der Markstränge sehr häufig; dieselben verdicken sich plötzlich und veranlassen so das Vorkommen von Follikeln auch in der Markzone. Beim Hunde endlich nimmt die Lymphbahn in der Marksubstanz einen viel grösseren Raum ein als das cytogene Gewebe.



Fig. 282. Lymphknoten. *G*) Lymphknoten, *zz'*) zuführende, *aa'*) abführende Lymphgefässe, *k*) Einschnürungen an den Lymphgefässen.

c) Ueber die Bahn, welche die Lymphe durch die Drüse einschlagt, haben Frey und His (1860) zuerst befriedigende Aufklärung gegeben. Das oder die zu den Drüsen tretenden Lymphgefässe (vasa afferentia [cf. Fig. 282zz']) lösen sich schon in der Drüsenhülle zu Hohlgängen auf, welche keine besondere Wandung besitzen und direct oder unter Passirung eines Theiles der Septen in die Umhüllungsräume der Follikel ausmünden. Die sich so in diese ergiessende Lymphe passirt zunächst die genannten spaltförmigen Gänge und tritt von der Rinde in die centrale Drüsenmasse über, um von hier, die Follikularstränge umspülend, zum Hilusstroma fortgeleitet zu werden. In diesen, und auch schon in den Trabekeln der Markzone nehmen die von den Lymphdrüsen hinwegführenden Gefässe (vasa efferentia [Fig. 282aa']) ihren Anfang,. wohl auch mittelst freier mit den Lymphscheiden der Markstränge communicirenden Oeffnungen. Wie die vasa afferentia, so sind auch die hinwegführenden Gefässe innerhalb der Drüse nur von einem Endothelhäutchen hergestellte und im Uebrigen von dem Bindegewebe der Nachbarschaft umhüllte Hohlgänge, welche erst bei ihrem Austritt aus der Drüse eigene Wandungen erhalten. Am Hilus selbst zeigen

diese Gefässe mannigfache Variationen in ihrer Anordnung. Kölliker sah sie dort in den grossen Mesenterialdrüsen des Ochsen einen förmlichen Plexus stark geschlängelter und vielfach ausgebuchteter Gefässe bilden.

Aus dieser Schilderung des Lymphweges ergiebt sich, dass die Lymphe nirgends mit dem retikulären Gewebe in direkten Contact tritt. Es ist demnach auch nicht wahrscheinlich, dass die in dem Lymphstrome der Vasa efferentia weit zahlreicher als in dem der V. afferentia auftretenden Lymphzellen durch einfaches Fortschwemmen der Lymphe sich beigemischt haben, sondern man muss annehmen, dass die Lymphzellen vermittelst ihres Locomotionsvermögens in die der Lymphe dienenden Bahnen activ einwandern.

d) Ihr Ernährungsmaterial beziehen die Lymphdrüsen von Gefässen, die aus der Kapsel hinzutreten, vor allem aber von solchen, welche den Hilus als Atrium benutzende. Ein oder mehrere kleine Arterienstämmchen treten von diesem letzteren aus in das Gerüst der Drüse, welches eine Anzahl kleinster Aeste erhält. Der grössere Theil derselben senkt sich in die Markschläuche ein, um in den feineren Strängen als kleinste Arterie oder Capillargefäss ungetheilt, in den grösseren dagegen inmitten eines von ihm entstehenden langgestreckten Capillarnetzes dem Follikel zuzustreben. In diesem kommt es zu einer Auflösung des arteriellen Stämmchens in ein unregelmässiges, den Follikel durchsetzendes, weitmaschiges Haargefässnetz, dessen Hauptästchen radiär zur Follikeloberfläche streben, schleifenartig umbiegen und sich zu einer hinwegführenden Vene sammeln. Diese letztere kehrt gewöhnlich durch einen anderen, als den die Arterie führenden, von dem Follikel entspringenden Markstrang zu dem Hilus zurück, um sich so mit nachbarlichen Venen zu grösseren Sammelgefässen zu verbinden. Vielfach treten übrigens auch capilläre Blutgefässe von den Trabekularverzweigungen aus durch die Spannfasern in die Lymphröhren ein. — Die aus der Kapsel in die interfollikulären Septen übergetretenen Blutgefässe verzweigen sich ausschliesslich wohl in diesen und anastomosiren auch mit jenem Hilusgefässsystem.

e) Ueber die Nerven der Lymphknoten liegen eingehende Untersuchungen nicht vor. Kölliker beobachtete Remak'sche Nervenbündel, welche an dieselben herantreten und wohl als Gefässnerven aufzufassen sind, wie andererseits vermuthlich auch mit der Muskulatur des Drusengerüstes, Nervenfäden in Verbindung treten.

Die Thymusdrüse.

Die normaliter nur dem Embryo und jugendlichen Thiere zukommende, in ihren Bau, nicht aber genetisch den Lymphknoten nahe stehende Drüse zeigt schon bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge ein lappiges Aussehen. Das innerhalb einer Kapsel, gelegene Parenchym bietet grössere, durch breitere bindegewebige Interstitien von einander geschiedene Felder dar, welche sich leicht in zahlreiche kleinere und

kleinste, noch mit blossem Auge erkennbare, polygonale Abschnitte (Follikel, Läppchen oder Acini) zerlegen lassen.

Die äussere Kapsel der Thymus ist rein bindegewebiger Natur; wellig verlaufende, einander in den verschiedensten Richtungen durchkreuzende Bündel fügen sich zu einer derben Membran zusammen, welche von Gefässen aller Art und zahlreichen Stämmchen markhaltiger Nervenfasern durchsetzt wird.

Mit der Kapsel steht das interfollikuläre Gewebe in Verbindung. Dasselbe bildet ein äusserst lockeres, polygonale Räume umschliessendes Gerüst, welches, ebenfalls bindegewebiger Natur, bald mehr bald weniger entwickelt ist und die Gefässe der Drüse führt.

Das eigentliche Drüsengewebe ist im Wesentlichen lymphadenoiden Charakters. Die von demselben gebildeten pyramidenförmigen und ovoiden Läppchen haben eine Grösse von 2—3 (1—4) *mm*. Sie sind mit ihrer Basis peripher, mit ihrer Spitze axiell gelagert; nicht selten findet ein Zusammenfluss derselben, ganz besonders gegen die Spitze hin, statt. Aehnlich den Lymphdrüsen zeigen nun auch die Läppchen der Thymus eine peripher dunklere, central dagegen hellere Zone, ohne dass eine eigentliche Differenzirung in zwei verschiedene Anordnungsformen des reticulären Gewebes stattgefunden hätte. Vielfach scheint der Innenraum des Läppchens sogar ganz hell und leer, so dass man geradezu von einem centralen Hohlraum gesprochen hat.

Ammann lässt sich das Gerüst aus einem System von Capillaren aufbauen, zwischen denen sich ein sehr zartes und im Centrum etwas weitmaschigeres Netzwerk ausspannt. In den Lücken desselben findet man ausser den gewöhnlichen Lymphoidzellen, grosse, ein- und mehrkernige, protoplasmareiche Gebilde, Kerne mit unbedeutender Protoplasmaschicht, fetterfüllte Blasen und hier und da noch ganz eigenthümliche, 20—100 μ grosse Körper, welche eine concentrisch-geschichtete Hülle, um ein oder mehrere, zuweilen Fetttröpfchen enthaltende Zellen zeigen (Hassal 1846). Diese wurden von Ecker concentrische Körper getauft und von W. Krause in glatte, kernhaltige, Epithelzellen ähnliche Gebilde zerlegt. Andere schreiben denselben eine bindegewebige Natur zu, wieder Andere führen ihre Entstehung auf den Einschmelzungsprocess (Involution) zurück, welchem die Thymus in den ersten Lebensjahren verfällt, und deuten dieselben als obliterirte Blutgefässe. Watney fügt zu den genannten 5 Zellenarten noch solche, welche Haemoglobin in grösseren und kleineren Anhäufungen enthalten sollen (Hämatoblasten).



Fig. 283. Concentrische Körper aus der Thymus des Fohlens (*a*) und Kalbes (*b*).

Das Verhältniss der Lymphgefässe zu der Brustdrüse ist noch durchaus nicht klargestellt. Während His aus dem Centrum (centralen Hohlraum) 22 μ weite mit Lymphoidzellen erfüllte Gänge zur Peripherie ziehen und dort mit den zartwandigen, interlobulären Lymphgefässen in Verbindung treten lässt, ist es Anderen noch nicht

gelungen, intrafollikuläre Gänge nachzuweisen. Nur grössere, die grossen Blutgefässe des Organs begleitende Lymphgefässe wurden übereinstimmend beobachtet und E. Klein schildert ausserdem noch subkapsuläre, buchtige Lymphräume.

Als Lymphgang ist wohl auch jener, von manchen Autoren (Simon, Ecker, Kölliker, Gerlach, His, Frey) beschriebene Centralkanal gedeutet worden, welcher innerhalb eines bandartigen, axiellen Stranges neben einem Venenstämmchen, als, beim Kalbe ca. 0,75 *mm* weiter Drüsengang dahinziehen soll — ein spiralig gewundener Gang, an dessen Aussenfläche nach dieser Ansicht die Läppchen derartig sitzen sollen, dass sie sich in Folge seiner zahlreichen Windungen conglomeratartig ineinander schieben. Andere Forscher dagegen, wie Friedleben, Jendrássik, Ammann etc., sprechen sich gegen die Existenz eines solchen Ganges aus und halten ihn für ein Kunstproduct resp. Trugbild.

Das sehr zierliche Blutgefässsystem der Thymus-Acini nimmt seinen Ausgang von den im Axenstrange verlaufenden, arteriellen Gefässen, deren Verzweigungen zunächst interacinäre, die Follikel umspinnende Netze bilden. Von denselben ziehen beim Kalbe zarte Capillaren unter häufiger Anastomosirung, radiär gegen das Centrum des Läppchens, vor dessen Erreichung sie schlingenförmig umbiegen, um so zur Peripherie und den sich dort zusammensetzenden Venen zurückzukehren. Beim Hunde dagegen treten aus dem interacinären Netze kleine Stämmchen in das Centrum der Läppchen und lösen sich dort in ein radiäres Capillarnetz auf, welches seine Zweige zur Oberfläche der Acini sendet.

Genetisches. Die mannigfachen Eigenthümlichkeiten, welche in dem Bau der Thymusdrüse hervortreten und die Controversen, welche sich darüber erhoben, sind wohl zum Theil durch die eigenartige Entwicklung des Organs begründet. Schon Remak hat eine Abschnürung der Ränder des Darmepithels der hinteren Schlundspalten als Thymusanlage gedeutet, aber erst Kölliker erbrachte den Beweis, dass diese eine »in einen Schlauch umgewandelte Kiemenspalte« darstellt. Die ursprünglich diesen Kanal in geschichteter Lage auskleidenden Cylinderepithelien werden bald kleiner und kleiner und erscheinen wie Ansammlungen rundlicher Kerne mit wenig Zwischensubstanz; sie nehmen so unter Verlust des epithelialen Characters denjenigen der Thymussubstanz an. Während dabei mittlerweile auch Sprossenbildung zur Herstellung zahlreicher, grosser und solider Drüsenbläschen am caudalen Ende der Drüsenanlage und so zur Umwandlung in das acinöse Organ geführt hat, kommt es, gleichzeitig mit dem Verschwinden des Epithels, zum Einwachsen von Gefässen und Bindesubstanz in die Wandungen des Organs. Stieda bestätigt neuerdings die Beobachtungen von Kölliker und betont besonders die ursprüngliche paarige Anlage der Drüse und deren epitheliale Natur, deren Rest er in den Hassal'schen Körperchen sieht. Aus diesem Entwicklungsgange dürfte sich vielleicht die Möglichkeit eines Centralkanales als eines Residuums des ursprünglichen Schlauchlumens, sowie die von Remak und Watney gemachte Beobachtung erklären, wonach bei jungen Katzchen wie auch noch 2—3 jährigen Hunden wimpernde Blasen als gestielte Anhänge der Thymus resp. als mit Flimmerepithel ausgekleidete Cysten vorkommen können. Baraldi endlich zieht eine, freilich recht eigenthümliche Parallele zwischen der Thymus und der allgemeinen Decke, auf Grund deren er die erstere für eine Einstülpung (introflessione) dieser erklärt. Er stellt dabei u. A. die einfachen concentrischen Körper Ecker's

den Schweissdrüsen der Haut, die zusammengesetzten concentrischen Körper den Haarkeimen mit ihren Talgdrüsen an die Seite.

Die Thymus ist kein persistentes Organ, sondern verfällt früher oder später, ganz oder theilweise der Rückbildung (Involution). Das Auftreten fettig degenerirter Zellen leitet den Process ein, in dessen Ablauf sich nach Ecker die concentrischen Körper als Rückbildungsphänomen, nach Afanassiew und Ammann als die Degeneration bedingende Gebilde entwickeln sollen. Sie entstehen, nach letzterem, durch Wachsthumsverminderung in den centralen Theilen der Follikel, nach Anderen aus obliterirten Blutgefässen. An Stelle der Thymus tritt dann ein Fettpolster im vorderen Mediastinum auf, in dem häufig auch noch bei älteren Thieren Ueberbleibsel der Drüse sich erhalten.

Die Milz.

Die Milz reiht sich den Lymphdrüsen in Bezug auf ihre Elementargewebe sehr eng an, zeigt indessen bezüglich der Blutgefässanordnung etc., wesentliche Differenzen.

Es ist zweckmässig, eine allgemeine Schilderung der Einrichtung der Milz, wie sie sich auf Grund der vorhandenen vergleichenden Untersuchungen ergiebt, des besseren Verständnisses wegen voranzustellen, die rein schematische Darstellung, wie sie die nebenstehende Abbildung (Fig. 284) vorführt, ist bestimmt, dasselbe zu fördern.

Allgemeines. Von einer serösen Kapsel überzogen, baut sich die Milz aus einer ihr speciell zugehörigen fibrösen Hülle (Tunica propria s. fibrosa s. albuginea lienis) und dem mit dieser in direktestem Zusammenhang stehenden Gerüst verzweigter und anastomosirender Balken (Trabeculae lienis), sowie dem in den Lücken dieses Gerüstes liegenden, eigentlichen Milzparenchym, der musartigen Milzpulpa (Pulpa lienis) auf. Das Gerüstwerk der Milz kann dabei dem Stroma, die in der Pulpa auftretenden Gebilde (Malpighi'sche Körperchen, Pulpastränge) den verschiedenen Formationen des cytogenen Gewebes (Follikel, Markschläuche) der Lymphdrüsen verglichen werden. Die Gefässe werden als gröbere Stämme von dem Trabecular- und Septensystem, als feinere capillare Verzweigungen von dem Pulpagewebe getragen: Lymphgefässe und Nerven sind zunächst nur für das erstere bekannt.

Die bindegewebig-muskulöse Hülle der Milz entsendet von ihrer inneren Oberfläche eine sehr grosse Anzahl gleichgebauter Trabekeln (a) und Septen, welche durch Verästelung und Anastomosirung ein sehr unregelmässiges Lückensystem im Innern des Organes herstellen. In diesen Lücken befindet sich die Milzpulpa als ein theils in Form rundlicher oder ellipsoider Follikel (Malpighi'sche Körperchen (e)), das weisse Pulpagewebe repräsentirend, theils in Form äusserst zarter, verzweigter und dadurch wieder netzbildender Stränge (Pulpastränge (h)) auftretendes, dunkelrothbraunes Gewebe (rothe Pulpa). Die Malpighi'schen Körperchen sowie die Pulpastränge stehen mit dem Gerüst der

Milz in Connex. Die ersteren nämlich gruppiren sich um die feinsten Ausläufer des Balkengewebes oder um die aus diesem in die Pulpa übertretenden Gefässchen perlenartig; die Pulpastränge setzen sich direkt an die Hülle und das Organgerüst, sowie an die Malpighi'schen Körperchen fest; sie lassen schmale (wenn keine Veneninjectionen vorgenommen) spaltförmige Räume zwischen sich, welche als cavernöse Venen, intermediäre Pulpabahnen etc. (i) dem Abflusse des venösen Blutes dienen. Die Follikel wie die Pulpastränge zeigen den lymphadenoiden Bau, die letzteren enthalten dabei noch mancherlei anders-

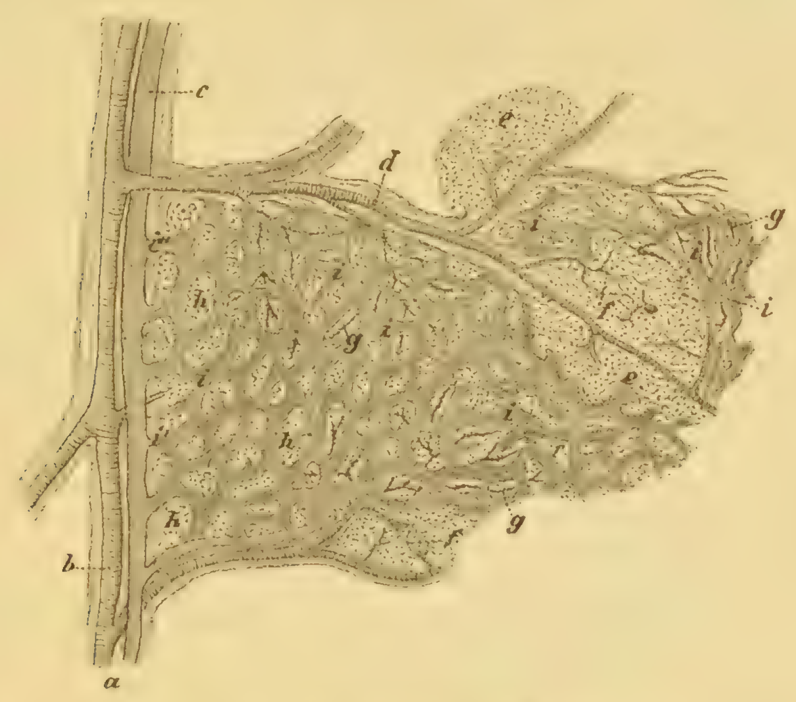


Fig. 284. Bau der Milz. Schematisch.
a) ein grösserer Milzbalken mit Arterie (*b*) und Vene (*c*), *d*) arterielle Verzweigungen mit ihren Scheiden und Follikeln (*e*), *f*) die intrafollikulären Verzweigungen, *g*) die arteriellen Gefässe der Pulpastränge (*h*), *i*) das Netzwerk der cavernosen Venen, welche bei *i'* in die grössere Vene *c* einmünden.

artige Zellen in dem sie aufbauenden zartesten Maschennetze. Daneben finden sich in beiden die feinsten Verzweigungen der in den Septen und Balken des Milzgerüstes verlaufenden gröberen Arterien. Dieselben (d) treten nämlich von diesen in die feineren fibrillär-muskulösen oder retikulären Bälkchen des Trabekelsystems über und durchsetzen so auch die Malpighi'schen Körperchen, um dann unter pinselförmiger Zerfaserung in die an Bälkchen und Follikeln adhärenten Pulpastränge einzutreten. Sie liefern nun entweder direkt oder indirekt ihr Blut an

die zwischen den Pulpasträngen befindlichen lakunären Venen ab, die ihrerseits in die grösseren venösen Sammelstämme der Milztrabekel münden. Dieser allgemeinen Schilderung des Milzbaues lassen wir die Besprechung der Details nachstehend folgen.

A. **Hülle und Gerüst der Milz.** Der äussere Ueberzug der Milz hat die Structur der serösen Häute überhaupt, insbesondere des Bauchfells. Eine in den oberflächlichen Schichten mehr lamellär-, in den tiefen fibrillär-elastisch gebaute Propria serosae mit aufliegendem polygonalen Endothel heftet sich durch eine lockere, von zahlreichen elastischen Netzen durchsetzte Subserosa an die fibröse Kapsel der Milz an. Diese zeigt selbst den Charakter einer aus geformten Bindegewebe aufgebauten Membran, die aber bei unseren Thieren ganz im Allgemeinen grossen Reichthum an organischer Muskulatur (cf. Fig. 284 a und a') aufzuweisen hat. So zeigt insbesondere die Milz des Pferdes, Rindes und Schafes in der Kapsel ganze Bündel vorzugsweise längs-, aber auch quer- und schiefverlaufender Muskelfasern, zwischen denen nur geringe Mengen fibrillären und elastischen Gewebes übrig bleiben. Aus dem gleichen Materiale, ja oftmals rein aus Muskulatur sind nun auch die von der Kapsel entspringenden Trabekel und Septen aufgebaut. Dieselben sind bei unseren Thieren durchgehends, besonders aber beim Pferde, Rinde, Schaf und Schwein sehr mächtig entwickelt und lassen sich bei ersteren beiden Thierarten leicht als 0,5—3 *mm* breite verzweigte Züge erkennen, weshalb bei diesen Thieren die Darstellung des Milzgerüstes als Trockenpräparat nach vorheriger Auswaschung der Milzpulpa leicht gelingt. In einem Theile dieser Trabekel beobachtet man grössere oder kleinere, arterielle oder venöse, zuweilen beide Arten von Gefässstämmen. Ganz besonders treten solche in den von der Gegend des Hilus lienis stammenden Balken häufig auf.

B. Die in dem Maschengerüst liegende **Milzpulpa** erscheint theils in Form der weissen, theils der rothen Pulpa. Die weisse Pulpa stellt die Summa der Malpighi'schen Körperchen der Milz dar. Es sind dies etwa stecknadelkopfgrosse, beim Pferde nicht besonders deutlich abgegrenzte, weissliche Knötchen, welche zu den Gefässen und deren Scheiden in gewissen Beziehungen stehen. Die feineren Arterienästchen nämlich, welche von den gröberen intratrabekulären Stämmchen sich getrennt haben, um in das Milzparenchym überzutreten, sind meist von einer cytogen gebauten Scheide umgeben, welche an zahlreichen Stellen, insbesondere in den Theilungswinkeln der Gefässchen zu rundlichen Follikeln (eben den Malpighi'schen Körperchen) anschwillt. W. Müller nennt sie deshalb geradezu locale Hyperplasien der Gefässscheiden. Diese Milzkörperchen sitzen der betreffenden Arterie entweder einseitig auf, oder sie umgreifen dieselbe. In ihrem Baue gleichen sie den gleichnamigen Körperchen der Lymphdrüsen vollkommen. Ein Bindegewebsreticulum mit im Centrum weiteren, in der Peripherie engeren Maschen bildet ihre Grundlage, zahlreiche leukocytäre Zellen füllen dasselbe. Wie in jenen, so verbreitet sich auch in ihnen ein Capillar-

system, das von der hindurchtretenden Arterie oder auch aus nachbarlichen Gefässen gespeist wird. Die in dem Malpighi'schen Körperchen sich verbreitende Arterie durchsetzt entweder gestreckt oder sich spitzwinklig theilend dessen Axe oder sie umkreist dasselbe mehr an seiner Peripherie, um von hier aus unter rechtem Winkel abgehende Capillaren gegen das Centrum vorzuschicken, welche, ein mit polygonalen Maschenräumen ausgestattetes Netz bildend, in kurzen Umbeugungsschlingen gegen die Peripherie zurücklaufen, um in die diese umgebenden, nicht



Fig. 285. Aus der Milz des Schweines.
a) Von querdurchschnittenen Muskelbündeln (*a'*) durchsetzte Milzkapsel, *b*) Milztrabekel, *c*) feinere Milztrabekel mit Gefässen und zellenreicher Scheide, *d*) Milzfollikel (Malpighi'schen Körperchen) in *d'* mit kleiner Arterie, *e*) Pulpastränge, dazwischen die länglichen Spalten der cavernösen jetzt collabirten Venen.

aber in das Malpighi'sche Körperchen vordringenden Venen einzumünden.

Die Entwicklung der Malpighi'schen Körperchen zeigt nicht nur bei den verschiedenen Thierspecies, sondern auch innerhalb einer Art, also individuelle Verschiedenheiten, mag auch von augenblicklichen Verhältnissen abhängig sein. In manchen Fällen begegnet man beim Pferde Präparaten, an denen Follikel vollkommen vermisst werden, oder sich nur durch den Mangel des Pigmentes von der umlagernden rothen Pulpa unterscheiden; in wieder anderen treten sie als ca. 0,5—0,6 *mm* messende Knötchen deutlicher hervor. Weit schärfer heben sie sich schon für das

unbewaffnete Auge bei allen unseren anderen Hausthieren ab. So bilden sie beim Rinde fast 1 *mm*, beim Schweine 0,6 *mm* und beim Hunde etwa 0,44 *mm* grosse, vorspringende Knötchen. Seltener beim Pferde und den Wiederkäuern, öfter schon beim Hunde, fast ganz regelmässig beim Schweine zeigen diese Körperchen einen dunkleren, nur den halben bis zwei Drittel Durchmesser besitzenden Kern und einen breiten ringförmigen Saum von hellerem oder hell- und dunkelfleckigem Aussehen. In diesem letzteren lagern vielfache Gefässdurchschnitte, welche bei Pferd, Rind und Hund von dem cytogenen Gewebe des Follikels direct umscheidet sind, beim Schweine dagegen zunächst in einer fibrillären Scheide stecken (Fig. 284, c und d) — ein Verhalten, welches darauf deutet, dass einmal die Milzkörperchen (ganz besonders häufig beim Schweine) dicht hinter der pinselförmigen Theilung der Arterien sitzen und so gleichzeitig den grössten Theil der zusammengehörigen kleinsten arteriellen Theilungsäste umfassen, und dass fernerhin beim Schweine im Gegensatz zu den übrigen Hausthieren die Scheide dieser zunächst noch eine fibrilläre und nicht sogleich reticuläre ist.

Die die rothe Milzpulpa bildenden, unregelmässig gestalteten Stränge und Balken, die sogenannten Pulparöhren oder Stränge nehmen einen grossen Theil des vom Gerüst in der weissen Pulpa übriggelassenen Raumes ein und stellen selbst wieder durch netzartige Vereinigung ein enges und unregelmässige Räume abgrenzendes Maschenwerk her. Die Anordnung der Pulparöhren ist nicht gleichmässig; nur in der Nähe der Follikel laufen sie zum Theil concentrisch um diese, mit den Malpighi'schen Körperchen treten sie selbst vielfach in direkte Verbindung und verhalten sich zu ihnen somit ganz ähnlich wie die Markschläuche der Lymphdrüsen zu deren Follikeln. Andererseits heften sie sich auch vielfach an das Balkengerüst der Milz an, indem sie ihr Grundgewebe in dasjenige dieser Organbestandtheile übergehen lassen. Die Grundlage der Pulpastränge bildet ein bindegewebiges Reticulum, welches mit Zellen verschiedenster Art angefüllt ist. Das erstere zeigt einen sehr zart faserigen oder körnigen Bau, die Fasern desselben sind mit rundlich-ovalen Kernen belegt, die Maschen rundlich, beim Pferde etwa 6—7,5 μ gross, beim Hunde etwas kleiner.



Fig. 286.
Milzzellen des Pferdes.
a) Eigentliche Milzzellen,
b) Lymphoidzellen,
c) Farbstoffschollen-haltige Milzzellen,
d) Endothelzellen der Venen.

Die in das Netz eingelagerten, aber dasselbe nicht dicht füllenden Zellen sind theils leukocytären Charakters und gleichen so in Grösse und Aussehen den gewöhnlichen Lymphoidzellen (Fig. 286 b), theils sind die Zellen als eigentliche »Milzzellen« (Fig. 286 a) grösser, polygonal oder rundlich, zart granulirt, ein- oder mehrkernig, oft auch, besonders bei Pferden und Wiederkäuern, blutkörperchenhaltig, oder mit einem fein- oder grobkörnigen Pigment von Haematoidinklumpen (Fig. 286 c) gefüllt. Auch lagern in dem Maschennetze freie, bräunliche oder schwärzliche

Pigmentmassen und freie farbige Blutzellen, wodurch die dunkle Färbung der Pulpa veranlasst wird. Gegen die venösen Gefässlakunen grenzen sie sich nach Henle durch ein Netz ringförmiger, spitzwinklig anastomosirender, feiner Fasern, sowie die eigenartigen, spindelförmig gestalteten Endothelzellen der Lakunen (s. u.) ab.

C. Die **Gefässe der Milz.** Das Studium des Verlaufes der Milzgefässe ist mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden, wesshalb auch mannigfache Controversen darüber herrschen. Die Milzarterie entsendet zunächst an dem Milzhilus vorbeistreichend eine grössere Anzahl von Aesten, die gemeinsam mit den gröberen Sammelstämmen der Venen in den umfangreicheren Milztrabekeln ihren Verlauf nehmen (cf. Fig. 284 a, b, c). Dieselben schicken dabei zahlreiche feinste Aestchen (cf. Fig. 284 d) ab, welche von den Venen sich trennend, in den zarteren, vielfach schon reticulär gebauten Trabekeln (Gefässscheiden) entlang laufen und dabei theils an diese, theils an die ihnen ansitzenden Malpighi'schen Körperchen feinste Capillaren (cf. Fig. 284 f) abtreten lassen, die sich zu langgestreckten, resp polygonalen Netzen vereinen, von denen sich auch Abzweigungen (cf. Fig. 284 g) in das Pulpagewebe begeben. Schliesslich zerfallen diese Arterien selbst unter baumartiger oder pinselförmiger Theilung in eine grosse Menge feinster, langgestreckter, nicht anastomosirender Aestchen (Penicilli [cf. Fig. 284g]), welche zum Theil in die Substanz der Pulpastränge eintreten, zum Theil in den bindegewebigen Dissepimenten verbleiben.

Ueber den Bau und das weitere Verhalten dieser feinsten in den Pulpasträngen verlaufenden Capillaren gehen nun die Ansichten wesentlich auseinander. Nach W. Müller zeigen sie den Bau ausgebildeter Capillaren, welche von schmaler bindegewebiger Adventitia umgeben sind und nach Schweigger-Seidel bisweilen auf grössere Strecken hin von unverschmolzenen, protoplasmareichen Zellen aufgebaut werden. Allmählich soll alsdann die Wandung zarter und feiner und in ihrer Continuität selbst unterbrochen werden, um sich in den Zellen anliegende Streifen zu sondern und schliesslich in das Zellen- und Fadennetz überzugehen Uebrigens ist das Verhalten dieses adventitiellen Gewebes bei den verschiedenen Thierarten different. Kleinste Gefässchen mit sehr fein fibrillärer, aber immer sehr zellenreicher Scheide lassen sich eigentlich nur beim Schweine und den Fleischfressern nachweisen. Die Scheide zeigt bei letzteren auch noch vielfach spindelförmige oder ellipsoide Auftreibungen, »Capillarhülsen« (Schweigger-Seidel, Müller), welche aus einer zartgranulirten Masse mit zahlreichen Kernen bestehen. Bei den Pflanzenfressern ist das adventitielle Gewebe der kleinsten Gefässe fast rein reticulärer Natur, ein dichter Kranz von Lymphoidzellen umsäumt sie hierselbst.

Dieser Ansicht Müller's, welcher sich noch andere Forscher wie Frey, Krause, Peremeschko angeschlossen haben und wonach das Blut aus den Gefässen infolge der Discontinuität der Wandungen frei in das Pulpagewebe hinüber passiren soll, treten nun Billroth, Grohe, Sasse, Gray, Kölliker, Wedl und Toldt entgegen. Diese nicht minder namhaften Autoren konnen sich von dem Strömen freien Blutes in dem Parenchym des Organes nicht überzeugen, sondern halten das Gefässsystem für ein allseitig geschlossenes, von gewöhnlichem Baue mit direkter Einmündung der feinsten arteriellen Capillaren in die venösen Gefässlakunen. Vielleicht kommt es dabei hie und da zu einer direkten Einmündung kleinster Arterien in die

Venen, wie dies einige Beobachtungen Wedl's an der injicirten Schafmilz wahrscheinlich machen.

Die Venen, dazu bestimmt, das die Milz durchströmt habende Blut aufzunehmen und den grösseren intratrabekulären Sammelstämmchen zuzuführen, bilden nun, wie Veneninjectionen leicht demonstriren, ein plexusartiges, lakunäres Gefässsystem (cf. Fig. 284 i), welches den zwischen den Pulpasträngen, Follikeln und Trabekeln übrigbleibenden Raum ausfüllt, ohne in die Pulparöhren oder Malpighi'schen Körperchen vorzudringen.

Die dasselbe herstellenden Bahnen, die capillären Venen Billroth's, Venensinus Kölliker's, venösen Gefässlakunen stellen nach der Ansicht W. Müller's und Frey's in ihren ersten Anfängen Hohlgänge dar, welche als siebförmig durchbrochene Kanäle lediglich von dem Gewebe der benachbarten Pulpastränge begrenzt werden, sodass das in den »intermediären Bahnen« der Pulparöhren frei fliessende Blut ohne weiteres in sie übertreten kann. Allmählich aber sollen sie eine continuirliche Abgrenzung durch eine einfache Lage eigenthümlich spindelförmiger in der Längsaxe des Gefässes gestellter Endothelzellen mit oft prominirendem Kerne (s. Fig. 286 d) erhalten, welche nicht mit einander verkittet zu sein scheinen, sodass auch sie noch Lücken zwischen sich darbieten können. Aeusserlich legt sich denselben, wie schon oben erwähnt, ein System querverlaufender, spitzwinkelig anastomosirender Fasern an, welches aus der hier deutlicher fibrillären Intercellularsubstanz sich entwickelt. Während ferner Stieda, der dem Blutstrome auch intermediäre Bahnen anweist, der Ansicht ist, dass dieser sich in einem äusserst feinen, die Zellen umspinnenden Kanälchennetze bewegt, ist nach anderen Autoren, wie Billroth, Kölliker, Toldt entsprechend der geschlossenen Wand der arteriellen Capillaren auch diejenige der Venen allerseits durch eine endotheliale Wand begrenzt, sodass auch sie völlig geschlossene Röhrchen darstellen, in welche sich jene direkt ergiessen.

Die kleineren Venenzweige componiren nun unter baumartigem oder federbuschähnlichem (Wedl) Zusammenflusse grössere Sammelstämmchen, welche erst recht spät von einer aus longitudinal verlaufenden fibrillärem Bindegewebe hergestellten Adventitia umscheidet und von den gleichen Verlauf einhaltenden Muskelbündeln gekräftigt werden, um schliesslich mit den Arterien zusammentretend dem Milzhilus zuzustreben. Beim Schafe besitzen diese kleineren und grösseren Venen an der Einmündungsstelle zahlreicher Aeste Aussackungen, die durch mannigfache Einschnürungen ein lappiges Aussehen erhalten und deren Wand sich diesen entsprechend im Inneren in Form papillärer Einstülpungen erhebt (Wedl).

Ueber die Lymphgefässe der Milz liegen nur recht ungenügende Kenntnisse vor. Es ist im Allgemeinen für unsere Hausthiere ein doppeltes, oberflächliches und tiefes Lymphgefässsystem nachgewiesen worden. Das erstere, dem subserösen Lymphgefässsystem aller Intraperitonealorgane entsprechend, bildet ein weitmaschiges Netz enger Capillaren und steht mit den subserösen Gefässen des Zwerchfelles in Verbindung. Das eigentliche Lymphgefässsystem der Milz ist theils capsulär, theils parenchymatös angebracht. Das erstere zeigt nach Wedl bei Pferd und Schaf weitere Gänge als das subseröse und häufig varicöse Anschwellungen. Zu ihm gesellen sich aus der Tiefe des Organs

kommende und in dem Septensystem resp. noch in der Pulpa an der Aussenseite der Balken laufende, mit eigener Wand ausgestattete Lymphgefässe. Ueber die ersten Anfänge dieser tieferen Lymphgefässe gehen die Ansichten weit auseinander. Während Teichmann der Milz das Vorhandensein von Lymphgefässen überhaupt absprach und Tomsa die ersten Lymphbahnen in den von Müller u. A. dem intermediären Blutstrom angewiesenen Wege, die weiteren in die cytogenen Scheiden und Follikel der Arterien, ein Netzwerk bildend, verlegte, können sich neuere Autoren von einer solchen intercellulären Lymphbahn nicht überzeugen, ja manche unter ihnen, wie Wedl, wollen nicht einmal die reticulären Gefässscheiden als solche betrachtet wissen.

D. Die **Nerven** der Milz in reichlicher Menge aus dem Plexus lienalis als fast ausschliesslich marklose Faserbündel entspringend, treten vom Hilus aus mit den grösseren Gefässstämmen in das Organ hinein und sind in der Hauptsache wohl nur für die Muskulatur der Milz und der Gefässe bestimmt. W. Müller verfolgte sie bis in jene eigenthümlichen Ellipsoide welche als Capillarhülsen die feinsten Gefässe stellenweis umscheiden.

Anhang. **Carotisdrüse,** Glandula carotica, Ganglion intercaroticum, wurde von Luschka ein hanfkorn- bis linsen- oder gurkenkerngrosses, derbes, zuweilen körniges Organ von röthlicher Farbe genannt, welches der medialen Fläche der Carotis communis des Menschen und vieler Säugethiere in nächster Nähe von deren Theilungsstelle anliegt. Dasselbe ist nach dem Vorgange J. Arnold's als verkümmerter Rest embryonaler Gefässausbreitungen (Kiemengefässe) zu deuten. Andere finden darin wegen des Vorkommens reicher Mengen von Ganglienzellen ein nervöses Organ. Heppner schildert dasselbe aus einer Bindegewebskapsel und bindegewebigen Stroma zusammengesetzt, in dessen rundlichen Maschen »Drüsenballen« von lappigem Bau und von einem Arterienstämmchen durchzogen gelagert sind. Bräunliche »Drüsenkörner«, von fein granulirter Molekularmasse erfüllt, fügen die Läppchen und Ballen zusammen. In dem Hüllstroma finden sich Netze markhaltiger und markloser Nervenfasern, die einzelne und ganze Gruppen von Ganglienzellen enthalten. Die Carotisdrüse ist wie die Thymus und Thyreoidea als eine aus dem Epithel einer Kiemenspalte sich entwickelnde Drüse aufzufassen.

Der Respirationsapparat.

Von

Dr. M. Sussdorf,

Professor in Stuttgart.

Die Respirationsorgane dienen theils der Leitung der Respirationsluft, theils dem Austausche der Gase zwischen Blut und atmosphärischer Luft, sowie der Stimmbildung; sie zerfallen deshalb in den luftleitenden und stimmbildenden und den eigentlich athmenden Theil. Unter ersteren rechnen die Nasen- und deren Nebenhöhlen, die Rachenhöhle, der Kehlkopf und die Luftröhre nebst deren Verästelungen in der Lunge (Bronchialbaum); die eigentliche Respiration übernimmt die Lunge.

Die **luftleitenden Organe** stellen ein verschieden gestaltetes Röhrensystem dar, das eine im allgemeinen starre, wenig nachgiebige Wand von knöcherner oder knorpeliger Grundlage besitzt und innen von einem continuirlichen Schleimhautrohre ausgekleidet ist. Das letztere ist es fast allein, welches eine speciellere histologische Besprechung fordert, während die erstere in ihrem Baumateriale (Knochen, Knorpel, Muskulatur nebst den zugehörigen bindegewebigen Häuten) aus der allgemeinen Gewebelehre, in ihrer Anordnung aus der Anatomie bekannt ist.

I. Die Nasen- und deren Nebenhöhlen.

Die Grundlage der Wand der Nasen- und sonstigen Lufthöhlen des Kopfes bildet die Knochenmasse der dieselben begrenzenden Kopfknochen und die Nasenscheidenwand nebst deren Ergänzungsknorpeln. Nur das vorderste Ende der Nasenhöhlen, die Naseneingänge, sind nicht von starrer Masse gebildet. Ihre Stütze stellt demnach, abgesehen von einem dieselben theilweis basirenden Knorpelringe, eine entsprechend angeordnete Muskulatur quergestreifter Beschaffenheit her.

Den äusseren Ueberzug der die Wand basirenden Theile bildet ein mit der Haut und der Muskulatur des Gesichtes etc. verbundenes Periost resp. Perichondrium. Die innere, höhlenbegrenzende, in ihrer tiefsten, submucösen Lage gleichzeitig die ernährende Haut der Knochen und Knorpel ersetzende Ueberkleidung wird von der Schleimhaut der Nasen- und Lufthöhlen hergestellt; in dem Naseneingange stösst sie mit der allgemeinen Decke zusammen, in dem Nasenausgange setzt sie sich in die Rachenhöhlenschleimhaut fort.

Die das Skelett der Respirationshöhlen bildenden Knochen und deren Ergänzungsknorpel (Nasenflügel-, Seitenwandknorpel, Nasenmuschel-, sowie der Nasenscheidewandknorpel, bieten nichts besonderes dar; letztere sind hyaliner Natur; die

Knorpelkörperchen zeigen an der Oberfläche ganz allgemein eine schmal-spindelförmige Figur, in der Tiefe des Organs sind sie rundlich-oval, häufig in Tochterzellengruppen zusammen gelagert.

Die Muskulatur der Erweiterer zeigt die Beschaffenheit der quergestreiften Muskulatur, sie besitzt eine im allgemeinen von der Peripherie auf den Rand der Nasenöffnung gerichtete radiäre Anordnung.

Die den äusseren Ueberzug der Nasenwandung und insbesondere den Naseneingang mitbildende Haut kann mikroskopisch der Haut anderer Körpertheile vornehmlich in der Umgebung der physiologischen Atrien an die Seite gestellt werden; bei allen Thieren bildet sie ausserdem einen scheinbar sehr empfindlichen Tastapparat mit entsprechenden Nervenendgebilden. Auch die dem Pferde speziell eigenthümliche Nasentrompete stimmt in ihrem Baue mit dem der allgemeinen Decke überein.

Der Nasenspiegel, das Flotzmaul der Wiederkäuer und der Rüssel des Schweins werden an anderer Stelle besprochen.

Die innere Ueberkleidung der die Nasenhöhle umgebenden und ihr eingelagerten Theile übernimmt die Nasenschleimhaut. Dieselbe passt sich der inneren Oberfläche jener genau an und senkt sich deshalb auch in alle Vertiefungen, Kanäle, Höhlen etc. mit ein, welche mit der Nasenhöhle in Connex stehen. Man kann sie deshalb schon anatomisch in die Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle, mit Einschluss des Jacobson'schen Organs und der Stenson'schen Röhre, und in die Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase scheiden. In ihrem histologischen Aufbau fordert sie eine noch weitergehende Trennung in die Respirations- und die Riechschleimhaut, die übrigens schon bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge wesentliche Differenzen bezüglich ihrer Farbe und Dicke erkennen lassen.

a) Die **Respirationsschleimhaut** oder Schneider'sche Membran ist eine theils fibrillär, theils reticulirt gebaute Schleimhaut, welche ein geschichtetes flaches resp. cylindrisches Epithelium und eine recht beträchtliche Menge tubulo-acinöser Drüsen trägt. In dem submucösen Gewebe, das in seiner tiefsten Schicht gleichzeitig als Perichondrium resp. als Periost fungirt, findet sich ein grosser Gefässreichthum, welcher an gewissen Parthien zur Bildung sog. Schwellkörper führt. Die Dicke der Membran ist hier und dort verschieden, an der dünnsten Stelle, der nächsten Nachbarschaft der Regio olfactoria, beträgt dieselbe beim Pferde 0,4 *mm*, an anderen, namentlich in der Nähe der Nasenöffnungen steigt sie auf 1—2 *mm* an.

α) Das Stratum epitheliale der Nasenschleimhaut ist in der Nähe des Naseneinganges ein, wie dies Felisch*) für das Pferd zuerst nachwies und wie ich das für alle unsere Haussäugethiere, auch die kurznasigen (Hund und Katze) bestätigen kann, regelrecht geschichtetes Plattenepithel, das sich im Allgemeinen nur durch den Mangel des Pigmentes von der Epidermoidalauskleidung des Naseneinganges selbst unterscheidet; sonst zeigt es wie jene in der Tiefe mehr cylindrisch-cubische, dann mehr rundliche und schliesslich ganz flache Zellen der bekannten Beschaffenheit. Unter allmählicher Verlängerung der ober-

*) Felisch, Die Schleimhaut der Nasen- und deren Nebenhohlen beim Pferde. Arch. f. wissenschaftl. u. pract. Thierheilkunde von Müller und Schütz. IV. 1878. p. 277.

flächlichen dieser Zellen kommt es alsdann zu einem Uebergange dieses geschichteten Plattenepithels in ein geschichtet-cylindrisches, das anfangs niedriger, bald eine höhere Lage über der Schleimhautpropria bildet und vorläufig noch wimperlos ist. Mit der Zunahme der Höhe dieser Zellen ändert sich meist auch der Charakter derselben insofern, als das vorher nur als Deckepithelium fungirende Oberhäutchen nunmehr zu einem secretorischen Organe wird. Unter den jetzt oft eine Länge von 27 bis 36 μ und selbst das Doppelte beim Pferde erreichenden Epithelzellen finden sich nämlich auch zahlreiche Becherzellen, wie auch zwischen und in denselben aus der Propria emigrirte und nach der Nasenhöhle hindurchwandernde Leukocyten in grosser Zahl beobachtet werden können. Das ursprünglich wimperlose, wird schliesslich nach Felisch erst etwa von der Mitte der Nasenhöhle ab, nach meinen Beobachtungen auch schon früher) ein Wimpern tragendes, aber dauernd geschichtetes Epithel.

Grosse cylindrische, an der freien Basis mit langen Cilien besetzte, nach abwärts oft zweigespaltene oder fadenförmig ausgezogene Zellen bilden hierselbst die oberflächlichste Lage, während in der Tiefe zwei bis drei Reihen rundlicher, kubischer oder polygonaler, zuweilen kernloser Ersatz- und Basalzellen sich zwischen sie hineinschieben.

M. Schultze beobachtete für das Schaf, Felisch für das Pferd zuweilen in dem oberen Theile der Cylinderepithelien ein feinkörniges, schwarzbraunes Pigment, welches an der betreffenden Stelle eine tiefschwarze Färbung veranlasste. Man kann dieselben nach Bonnet's Vorgang wohl auf in das Epithel eingewanderte Leukocyten zurückführen, welche farbstoffschollenhaltig sind und Blutergüsse zu beseitigen haben.

3) Die Propria mucosae, welche sich ohne Einschaltung einer Basalmembran und mit Ausnahme der vordersten, geschichtetes Plattenepithel tragenden Parthie ohne Bildung eines Papillarkörpers an das Epithelialoberhäutchen anschliesst, ist theilweis fibrillärer, theilweis mehr reticulärer Structur. Bei allen unseren Thieren kann man dicht unter dem Epithel die letztere Bindegewebsform oder wenigstens eine reichlich zellige Infiltration (Fig. 287 b) wahrnehmen; meist stellt ein rundliche Maschen bildendes Reticulum, dem häufig sehr zahlreiche Lymphoidzellen eingelagert sind, die subepitheliale Schicht her, welches sich auch durch die ganze Dicke der Schleimhaut fortsetzen kann. Es wird dadurch auch die gelegentlich stattfindende Follikelbildung erklärlich, wie ich sie öfter beim Pferde beobachtet habe. Voluminöse, häufig buchtig anschwellende, zu weitmaschigen Netzen zusammentretende Lymphgefässe durchziehen diese Schicht. In der Regel ist das tiefere und gleichzeitig perichondrale resp. periostale Stratum mehr rein fibrillär-elastischen Charakters; dichte, schmälere und breitere Bindegewebszüge und Lamellen mit eingesprengten, fein- und grobmaschigen elastischen Netzen setzen es zusammen; grosse mehrschichtig übereinander gelagerte Gefässe venöser und arterieller Natur und Nervenbündel durchziehen es.

Drüsen. In die Propria mucosae, insbesondere in das tiefere fibrillärelastische, aber auch in das reticulär gebaute Stratum sind zahlreiche, hier nur ganz kleine, Mohnsamen-grosse, dort dagegen umfangreichere,

bis Stecknadelkopf-grosse tubulo-acinöse Drüsen (Fig. 287 c) eingelagert. Dieselben bilden bei den grösseren Hausthieren und besonders am Naseneingange im unteren Drittel der Nase ein fast 1—2 *mm* starkes, von vier bis fünf Lagen hergestelltes Polster, das aber über den Schwellkörpern, wie auch gegen die Regio olfactoria hin wesentlich an Umfang abnimmt, und bei den kleineren Hausthieren (Hund und Katze) überhaupt viel weniger entwickelt ist, sodass hier nur vereinzelte und wenig umfangreiche Drüsen beobachtet werden können.

Ich nannte die fraglichen Drüsen bisher entgegen anderen Autoren und so auch gegenüber A. Heidenhain tubulo-acinöse. Bei oberflächlicher Musterung erhält

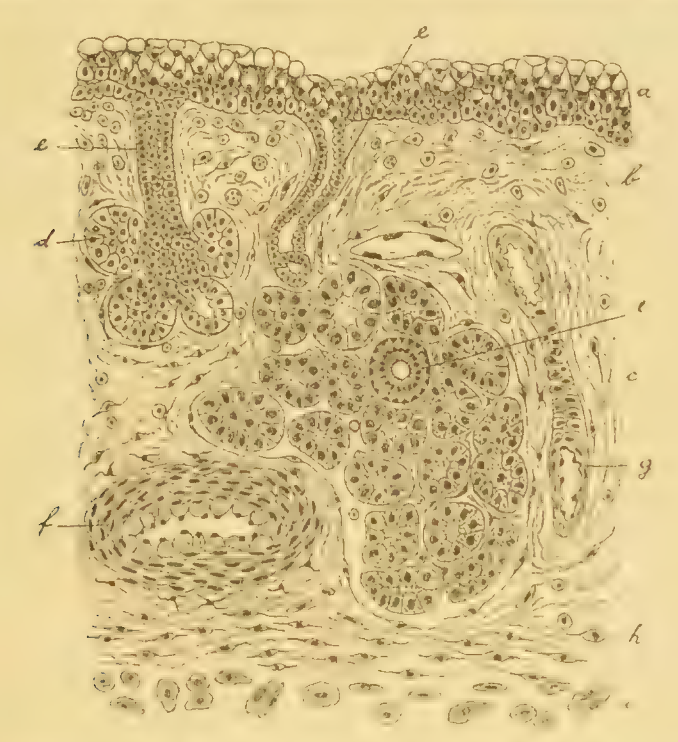


Fig. 287. Schleimhaut der Muschel des Schweines aus der unteren Hälfte der Nase. *a*) Epithel, *b*) subepitheliale Schicht der Propria, *c*) Drüsen- und Gefässschicht, *d*) Drüsen, *e*) Ausführungsgänge derselben, *f*) Arterie, *g*) Vene, *h*) perichondrale Schicht der Schleimhaut, *i*) Knorpel. (In der Zeichnung ist der Zusammenhang einzelner Durchschnitte der Drüsenschläuche nicht entsprechend wiedergegeben.)

man den Eindruck einer acinösen Drüse, aber bei sorgfältiger Untersuchung überzeugt man sich von dem mehr tubulösen Charakter derselben. Die in den grösseren Drüsen aus dem getheilten Ausführungsgange hervorgehenden Schläuche erscheinen dabei vielfach geknickt und geknäuelt; für die grösseren kann man eine Theilung des Ausführungsganges wie der secernirenden Schläuche selbst wahrnehmen.

Die Schläuche grösserer Drüsen haben beim Pferde eine Weite von ca. 35 bis 45 μ und werden von einer sehr zarten Membrana propria und dieser anliegendem feinkörnigem, kegelförmigem Epithel gebildet, das eine Höhe von ca. 16—20 μ, einen wandeckständigen Kern und immer gleiches Aussehen besitzt, nur hier und da sollen bei einzelnen Thieren, wie dem Kalbe, auch echte Schleimdrüsen acinösen

Charakters vorkommen (Heidenhain). Die Drüsenschläuche scheinen vielfach von einem Lymphraum umgeben zu sein, wie man auch hier und da in ihrer nächsten Nachbarschaft die länglichen Kerne von Muskelzellen beobachtet.

Der von den nach meinen Untersuchungen in der Hauptsache mehr tubulösen, verästelten und viefach abgeknickten Eiweissdrüsen hergestellte Drüsenkörper besitzt verschiedene Formen; derselbe ist länglich-rund oder spindelförmig, pyramidal und zuweilen mehrlappig. Schon in seinem Centrum, wie an der gegen die freie Oberfläche gewendeten Spitze trifft man auf den oft mehrtheiligen Ausführungsgang, der auf längerem oder kürzerem Wege, gerade oder schwach geschlängelt und oft ampullenartig erweitert an die Oberfläche tritt, nicht selten in die dort bei grösseren Thieren schon mit blossem Auge wahrnehmbaren »flachen Grübchen« (Franck) einmündend. Die kleinsten, die Drüsenschläuche an Durchmesser kaum übertreffenden Ausführungsgänge besitzen wie die grösseren eine äusserst feine Propria, die direkt an das nachbarliche Bindegewebe angrenzt, und ein einschichtiges niedrig cylindrisches, mit central- oder wandständig-gelagertem Kern ausgestattetes Epithel, das in den grösseren Gängen dagegen zweischichtig wird; dieses letztere ist in seiner tieferen Lage flach bis kubisch, in der oberflächlichen höher cylindrisch und zeigt hier ein peripher gestreiftes, stäbchenartig angeordnetes, central dagegen körniges Protoplasma, welches letztere den rundlichen Kern birgt.

Die Zahl der Drüsen ist nach Zählungen Felisch's an Flächenschnitten beim Pferde auf ca. 150 für 1 *qcm*, also bei 628 *qcm* für eine Nasenhälfte auf 94 200, für beide auf 188 400 zu veranschlagen.

γ. Die **Submucosa** zeigt den gewöhnlichen fibrillären, aber mehr straffen Bau und heftet dadurch die Nasenschleimhaut fest, ohne Faltenbildung zu gestatten, an. In ihr werden grössere Gefässstämme wie auch zahlreiche Nervenbündel angetroffen.

Von den Gefässen treten die Venen in der Nähe des centralen Randes der Nasenscheidewand und der unteren Nasenmuschel zur Bildung schwellkörperartiger Gefässplexus zusammen, in welchen die Gefässe oft in vier bis fünf Reihen übereinander liegen. Dieselben zeigen, abgesehen von Klappenmangel, keinerlei Besonderheiten; die mit circular verlaufender Musculatur ausgestattete Wand geht nach aussen direkt in das Gewebe des Stützgerüstes über. Das Blut scheint allein auf dem Wege der Capillaren aus den Arterien in die Venen zu gelangen.

Gegen den Knorpel hin gestaltet sich das submucöse Gewebe in seinem Baue insofern um, als es vordem in unregelmässigen, einander durchflechtenden Zügen angeordnet, in der Nähe des Knorpels einen mehr lamellären Character annimmt und in oft recht zahlreichen Lagen geschichtet den Knorpel überzieht.

b. Der Bau der **Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase** (Antrum Highmori, Sinus frontales, sphenoidales, palatini) kann im Allgemeinen demjenigen der Nasenhöhle bezüglich des Epithels und der Grundlage der Propria mucosae an die Seite gestellt werden. Auch hier ist ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel und in der Propria ein oberflächlich mehr zellenreiches, in der Tiefe mehr fibrillär-elastisch ge-

bautes Gewebe nachweisbar. Dieselbe unterscheidet sich jedoch durch Drüsenmangel ganz wesentlich von der Schneider'schen Membran. Nur in der nächsten Nähe der Communications-Oeffnungen mit der Nasenhöhle beim Pferde, sowie in dem pharyngealwärts von der Steno'schen Nasendrüse gelegenen Theil der Highmore's-Höhle beim Schaf- und Schweinsembryo besitzt die Sinusschleimhaut Drüsen; dieselben werden für die letzteren Thiere von Kangro als tubulo-acinöse Schleimdrüsen bezeichnet.

c. Die **Stenson'sche seitliche Nasendrüse**. Dieses Organ ist schon von Steno (Stenson 1664) als »seitliche Nasendrüse« erwähnt, von Jacobson (1813) von Neuem untersucht, dann aber so gut wie gänzlich in Vergessenheit gerathen; erst ganz neuerdings wurde es von Kangro*) einer abermaligen Musterung unterworfen. Das beim Pferd, Schaf und Schwein vorkommende Organ besteht aus einem in der Nasenseitenwand liegenden Kanale mit sich um diesen gruppirenden »acinösen« Drüsen. Ersterer nimmt beim Pferde im Niveau der dritten Prämolare, beim Schaf und Schwein in demjenigen der nasalen Oeffnung des Thränennasenganges seinen Anfang und zieht von der lateralen Fläche der ventralen Ergänzungsfalte der oberen Nasenmuschel, resp. beim Schafe, wo er 7 *cm* lang, auch noch in der Schleimhaut des mittleren Nasenganges choanenwärts. Von ihm zweigen sich unter verschiedenen Winkeln Gänge ab, welche sich weiterhin verästelnd in kleine einfache end- und seitenständige Acini führen. Kangro schildert das einfache Epithel der Drüsenbläschen als ein schwach körniges, das in den Uebergangspartieen derselben zu den Gängen kubisch, in diesen letzteren selbst aber zweischichtig erscheint (ähnlich wie in den grösseren Ausführungsgängen der Nasendrüsen, ohne dabei gestreift zu sein).

Die Drüse stellt möglicherweise eine rudimentäre, deshalb später wieder verschwindende oder wenigstens nicht weiter wachsende, ererbte Anlage dar, welche nach Jacobson u. A. als das Homologon der Nasendrüse der Reptilien und Vögel gedeutet werden muss.

d) Der **Stenson'sche Kanal** oder Gaumennasengang besitzt beim Pferde gegen das blindgeschlossene Maulhöhlenende hin ein etwa dreischichtiges in der Tiefe von kubischen, oberflächlich von niedrigcylindrischen Zellen hergestelltes Epithel, welches gegen die Nasenhöhlenmündung an Schichtung und Höhe zunimmt und keine Cilien besitzt. Im Uebrigen zeigt die Propria mucosae nebst den darin liegenden spärlichen Drüsen den Bau der benachbarten Nasenschleimhaut selbst. Der lymphoide Character derselben in der subepithelialen Schicht und der Drüsengehalt lassen sich bis zum Ende des Canales nachweisen. Die Menge der übrigens weniger compacten Drüsenhaufen, die den tubulösen Character weit mehr als die Nasendrüsen offenbaren, nimmt freilich gegen dieses hin ab.

*) Kangro, Ueber Entwickelung und Bau der Steno'schen Nasendrüse der Säugethiere. Dorpater Dissertation. 1884.

e) Der von dem Gaumennasengang nahe der Nasenhöhlenöffnung sich abzweigende **Jacobson'sche Canal** zeigt in seiner Epithelbekleidung vielfach Aehnlichkeit mit dem Epithelium der Respirationsschleimhaut, in einem Theile (an der medialen Wand) desselben tritt dagegen eine wesentliche Differenz hervor. Das Oberhäutchen der lateralen Wand ist danach ein geschichtet flimmerndes, mit Becherzellen untermischtes. Im Bereiche eines 1,5—2 *mm* breiten rostfarbenen Streifens der medialen Wand dagegen finde ich für das Pferd, wie Klein für Meerschweinchen und Kaninchen, ein sehr verschiedene Zellenformen führendes geschichtetes Epithel.

Dieses wird theils von schmal-cylindrischen Zellen mit Wimperbesatz und getheiltem Fusse gebildet, zwischen dessen beiden Schenkeln cubische und pyramidenförmige, mit grossem rundlichen Kern ausgestattete Ersatzzellen lagern; meist finden sich aber an Stelle dieses Epithels jene eigenthümlichen pigmentirten Stützzellen, welche einen rundlichen Leib mit einem centralwärts gerichteten, einfachen oder zweispitzigen und einem längeren oder kürzeren peripheren, stark körnigen Fortsatz aufzuweisen haben. Diesen, die Grundlage des Epitheloberhäutchens bildenden Zellen sind die lang spindelförmigen Riechzellen eingeschaltet, welche beim Pferde eine Länge von 69 μ und mit davon zwar sich scharf abgrenzenden, aber deutlich zugehörigen centralen Faden ausgestattet sind, während sie gegen die innere Oberfläche der Höhle einen breiteren, zuweilen (entgegen Max Schultze's und Felisch's Beobachtungen) scheinbar mit schwachen Cilien besetzten Fortsatz senden.

Das Schleimhautgewebe selbst ist dem der Respirationsschleimhaut analog und enthält namentlich an der lateralen Wand des Organes zahlreiche seröse, tubulo-acinöse Drüsen mit geschlängelten und getheilten Schläuchen. Der medialen Wand sind kräftige längsverlaufende markhaltige und marklose Nervenstämmchen eingefügt.

f) **Gefässe und Nerven.** Die **Gefässe** der Nasenschleimhaut, den verschiedenen Nasenarterien entstammend, laufen an der Nasenscheide- und Seitenwand herab, wobei sie ein periostales Netz bilden, und entsenden zugleich zahlreiche schräg und spiralig gegen die Oberfläche ziehende Zweige, welche sich an den Drüsen angelangt zu feinen Netzen auflösen, mit welchen sie diese umspinnen. Ausserdem entwickelt sich daraus noch ein oberflächliches Schlingennetz mit weiten Maschen und Capillaren. Die abführenden Venen dieses letzteren münden mit denjenigen der höher liegenden Drüsen in das sog. Rindennetz (Zuckerkandl), ein starkes Venengeflecht, in welches die Schwellgewebe allmählich übergehen; die übrigen Capillarnetze liefern dagegen ihr Blut an die letzteren ab. Diese Schwellkörper der Nase sind Complexe weiter klappenloser Venen, welche sich zum grössten Theile zu den Ven. nasal. superior. et posterior. sammeln. Entsprechend dem grossen Reichthum der Nasenschleimhaut an Blutgefässen ist auch der Gehalt an **Lymphgefässen** ein beträchtlicher. In den Schwellkörpern sind sie zu den Venenplexus ähnlichen Netzen verbunden, die nach aufwärts mit den Lymphcapillaren der Riechhaut und durch diese mit dem Subdural- und Subarachnoidealraum in Communication stehen. Ebenso münden die Lymphräume der Nebenhöhlen der Nase, welche die Venen um-

scheidende, perivasculäre und submucöse Räume darstellen, in die Nasenhöhlenlymphgefässe (Franck). — Die **Nerven** entstammen dem 1. und 5. Gehirnnerven. Die markhaltigen Trigeminusäste verbreiten sich in der ganzen Nasenschleimhaut, über ihre eigentliche Endigungsweise liegen noch keine speciellen Daten vor. Die marklosen Verzweigungen des Olfactorius beschränken sich auf die Regio olfactoria und das Jacobson'sche Organ; ihre Endigungsweise mittelst specifischer Neuralepithelien wurde oben kurz berührt (s. Geruchsorgan).

2. Die Rachenhöhle.

Die Rachenhöhle, der Kreuzungsweg des Respirations- und Verdauungstractus wird von einem häutig-muskulösen Schlauch umgeben, welcher in seinem unteren Abschnitte dem Digestiv-, sonst aber dem Athmungsapparate angehört. Mit Rücksicht darauf zeigt derselbe in seiner Schleimhautauskleidung Verschiedenheiten, in sofern als die der Passage des Bissens dienende ventrale Abtheilung den Bau der benachbarten Verdauungs-, im Bereiche seiner grösseren dorsalen Parthie dagegen denjenigen der Respirationsschleimhaut zeigt. Im Uebrigen wird die Wand der Rachenhöhle bis auf den direct an die knöcherne Schädelbasis sich anlehnenden Fornix von quergestreiften Muskeln umgeben, denen sich nach aussen eine gelblichweisse Umhüllungshaut, die Schlundkopffascie, anschliesst.

Die **Fascia pharyngis** stellt eine bindegewebig-elastische Membran dar, welche den gewöhnlichen Aufbau solcher zeigt; in verschiedenen Richtungen einander durchflechtende Bindegewebsbündel und Lamellen setzen sie nebst zwischenlagernden elastischen Fasernetzen zusammen.

Die **Muskulatur** der Rachenhöhlenwand ist willkürlicher, quergestreifter Natur. Dieselbe ist in der Längen- und Kreisrichtung derart angebracht, dass zunächst die Circulärfasern in Form dreier, als Schnürer bezeichneter Muskeln die äussere Lage bilden. Dieselben umgreifen nur die seitlich und an der Rückwand gelegenen zwei Dritttheile des Schlauches, in welch' letzterer sie die Rhaphe pharyngis bildend zusammengreifen; der Vorderwand (Gaumensegel) fehlen sie dagegen. Die Longitudinalfasern sind dem gegenüber ganz besonders in dem Gaumensegel entwickelt und strahlen von da radiär in die Seitenwand des Schlundkopfes. In dieser letzteren nehmen ausserdem noch die Erweiterer derselben ihre Insertion.

Die **Rachenhöhlenschleimhaut** stellt eine bindegewebige Membran dar, welche von einem geschichteten Epithelium bedeckt ist und zahlreiche Drüsen nebst lymphoiden Gebilden enthält.

a. Das Epithel derselben ist im respiratorischen Abschnitte überwiegend ein flimmernd-cylindrisches, das in drei (bis fünf) Lagen geschichtet erscheint und durch das Vorhandensein von Becherzellen auf schleimsecretorische Thätigkeit hinweist. Im Bereiche des dem Verdauungsapparate angehörigen Abschnittes zeigt es sich hingegen als das geschichtete Plattenepithel der Mundhöhle, eine Auskleidung, welche sich noch eine kurze Strecke weit über den Arcus palato-pharyngeus auf die Seitenwand der Rachenhöhle und die untere Parthie der hinteren Gaumensegelfläche fortsetzt; dasselbe geht aber hier die hornige Meta-

morphose wie in der unteren Rachenhöhlenwand und in der Mundhöhle nicht ein.

b) Die Propria mucosae ist in der Hauptsache fibrillär-elastischen Characters, indessen tritt in dem respiratorischen Abschnitte auch hier wieder die Neigung zum Uebergange in ein reticuläres, cytogenes Gewebe mit Bildung kleiner, zum Theil dicht unter der Oberfläche gelegener Follikel hervor, die z. B. in dem Fornix pharyngis, wie an der Rachenfläche des Gaumensegels zur Herstellung conglobirter Drüsen (sog. Pharynxtonsillen) führt.

Die Drüsen der Pharynxschleimhaut zeigen keine volle Identität mit denjenigen der Nasenhöhle. Dieselben besitzen mehr den Character von acinösen Gebilden und tragen ein kubisches, zum Theil schleimigmetamorphosirendes Epithel, das dann kugelige Form, glashelle Innenzone und einen ganz an die Wandparthie verdrängten, nicht mehr rundlichen, sondern comprimirten Kern besitzt. Zuweilen treten peripher Halbmondbildungen in ihnen auf. Muskelzellen scheinen der äusseren Oberfläche der Acini vereinzelt anzuliegen.

c) Die Submucosa geht dort, wo die Schleimhaut von Muskeln bedeckt, in deren intermuskuläres Gewebe, an der Schädelbasis in das Periost über.

d) Die Schleimhaut des Pharynx zeigt ein sehr entwickeltes Blutgefässsystem, dessen grössere Stämme zunächst submucös dahinziehen, um dann auch in die Mucosa selbst vordringend unter einem der Oberfläche parallelen Verlaufe ein Capillarnetz herzustellen, das sich dicht unter dem Epithel verbreitet und um Drüsen und Follikel rundliche Maschennetze bildet. Die ebenfalls reichen Lymphgefässe, welche mit denjenigen der hinteren Nasenparthie communiciren, führen in die Glandulae cervicales superiores. — Ueber die vom 9. und 10. Nerven stammenden markhaltigen und die wohl dem Sympathicus entsprungenen blassen, feinen Nervenfasern, welche netzbildend von Billroth und Kölliker in der Rachenhöhlenwand gesehen wurden, ist bezüglich ihrer Endigungen, etwaiger Ganglienzellenbeimischungen etc. nichts Näheres bekannt.

3. Der Kehlkopf.

Der Larynx besteht aus einem beweglich-verbundene Knorpelstücke enthaltenden Gerüst, das durch eine grosse Anzahl Bänder zusammengehalten und von Muskeln umlagert wird. Eine Schleimhaut, die in continuirlichem Zusammenhange mit der Rachenhöhlen- und Luftröhrenschleimhaut steht, kleidet ihn mit seinen sämmtlichen Vertiefungen und Erhebungen aus und bildet bei der Mehrzahl unserer Thiere auch noch besondere taschenartige Aussackungen (die Sinus Morgagni).

Die das Skelet des Kehlkopfes bildenden **Knorpel** sind theils hyaliner, theils elastischer Natur. Hyalinen Baues sind der Schild- und Ringknorpel nebst der Basis der Giesskannenknorpel, dagegen zählen der Kehldeckel-, die Santorini'schen und Wrisberg'schen Knorpel zu den Fasernetzknorpeln. Der Processus vocalis des Giess-

kannenknorpels enthält eine Mischform der genannten beiden Knorpelsorten. Die Knorpel sind von dem gewöhnlichen blätterigen Perichondrium bedeckt, das sich von der Submucosa nur dort nicht scharf isoliren lässt, wo die Schleimhaut sehr innig mit dem Knorpel verbunden ist.

Die **Bänder** des Kehlkopfes sind fibrillär-elastischer Struktur, das elast'sche Gewebe participirt (excl. Kapselbänder) in vorwiegendem Grade an deren Bildung, sie stehen sowohl mit dem submucösen als auch mit dem perilaryngealen Gewebe in directem Zusammenhange.

Die **Muskulatur** des Kehlkopfes ist quergestreift und bietet in ihren histologischen Details keine Besonderheiten dar.

Die **Kehlkopfschleimhaut** in ihrem Bau wesentlich die Eigenthümlichkeiten der respiratorischen Schleimhäute wiederholend, besteht aus einem

a) Epithelium geschichteter Lagerung, das im Allgemeinen den Character des Wimperepitheliums trägt, an einzelnen Stellen aber dem geschichteten Plattenepithelium Platz macht; wenn man kurzweg zu sagen pflegt, dass das letztere insbesondere der Zungenfläche des Kehldeckels und der gegen die Kehlkopfshöhle gewendeten Fläche der Stimmbänder zukomme, so trifft dies insofern nicht ganz zu, als auch an anderen Gebieten der inneren Kehlkopffläche geschichtetes Plattenepithelium getroffen werden kann, ebenso wie man auf den Stimmbändern hier und da geschichtetes Flimmerepithel nachzuweisen vermag; zwischen beiden Epithelarten finden sich natürlich zahlreiche Uebergangsformen.

Beim Rinde, dessen Larynx wegen des Mangels der Morgagni'schen Sinus relativ am einfachsten gebaut ist, zeigt nach Fürstenberg eigentlich die ganze obere Hälfte bis zur Rima glottidis hin das geschichtete Plattenepithel; auch beim Pferde und Schafe kann ein solches, bei ersterem freilich mit vielfachen Uebergängen in das geschichtet cylindrische, Becherzellen aufweisende Epithelium fast in dieser ganzen oberen Hälfte des Organes nachgewiesen werden. Dasselbe erfährt jedoch niemals die starke Abplattung und Verhornung, wie wir sie z. B in der Maulhöhle beobachten. In der Morgagni'schen Tasche ist dagegen wie in der unteren Kehlkopfhälfte das geschichtet-cylindrische Flimmerepithel das gewöhnliche. Beim Schafe finden sich mehrfach jene schwärzlichen Pigmentflecken, wie sie bei diesem Thiere öfter und an den verschiedensten Schleimhäuten in Form korniger Pigmentablagerungen in und zwischen den tieferen Epithelschichten vorzukommen scheinen (cfr oben unter Nasenschleimhaut und Bonnet, über Melanose der Uterinschleimhaut der Schafe. Zeitschr. f Thiermed. u. vergl. Pathol. Bd. VI. 1880). In dem Epithelium der oberen Kehlkopfhälfte, besonders auf der Kehlkopffläche der Epiglottis, wurden zuerst durch Verson beim Schafe jene Endknospen nachgewiesen, wie sie als Geschmacksorgane aus der Gaumenregion der Mundhöhle bekannt sind. Wie dort sitzen sie auch hier entweder mehr oberflächlich oder tiefer, um im letzteren Falle mit der Oberfläche durch einen Kanal zu communiciren. Sie sind immer in Inseln geschichteten Plattenepithels, nicht zwischen Flimmerepithel eingelagert.

b) Die Propria mucosae zeigt einen vorwiegend fibrillären Character, oft indessen kommt es darin zu zelligen Infiltrationen und zur Bildung ganz oberflächlich gelegener lymphoider Follikel; so finden sich bei der Katze an den Giesskannenkehldeckelbändern regelmässig ton-

sillenartige Bildungen und auch auf dem Kehldeckel des Schafes sind follikuläre Einlagerungen eine gewöhnliche Erscheinung.

Die Drüsen der Kehlkopfschleimhaut, welche ganz besonders am Eingange des Organes in reichlicher Menge angetroffen werden, sind zusammengesetzt-traubiger Natur, nur die kleineren derselben scheinen mehr den Character der tubulo-acinösen Drüsen zu tragen. Sie bilden oft grosse voluminöse Packete, welche z. B. beim Schafe jenseits der Epiglottis zwischen deren Knorpel und dem Musc. hyoepiglotticus und in dem Kehldeckelknorpel selbst sich finden und mit ihren Ausführungsgängen die Cartilago epiglottica durchbrechen; an anderen Stellen aber präsentiren sie sich nur als wenig umfangreiche, flache, langgestreckte Agglomerate. Sie bestehen aus einer zarten, von im Durchschnitt spindelförmig erscheinenden, wohl einen periglandularen Lymphraum abgrenzenden Zellen umlagerten Membrana propria und einem feinkörnigen, kegelförmigen Epithelium mit wandständigen Kernen, das in vielen Acinis der grösseren Drüsen die bekannten Eigenthümlichkeiten der Schleimdrüsenzellen darbietet. Sie gehören demnach nur zum geringeren Theile den serösen oder Eiweissdrüsen an, während die Mehrzahl derselben, insbesondere die grösseren Drüsenpackete gemischte Drüsen darstellen. Ihre Ausführungsgänge werden ebenfalls von einer von longitudinal und auch circulär verlaufenden Muskelzellen umscheideten, feinen, homogenen Membran gebildet, der innen ein kubisches bis kegelförmiges, bei grösserem Umfange zweifach geschichtetes Epithel anliegt.

c) Die Submucosa aus vornehmlich fest verwebten, bindegewebigen Fasern und Bündeln mit reichlichen elastischen Beimengungen zusammengesetzt, ist im Allgemeinen nur spärlich entwickelt. Nur an einzelnen Stellen wie an der Basis der Epiglottis findet sie sich in reichlicherer Menge vor und enthält dort bei dem Schafe ganze Lagen Fettes, welche sich zwischen die Schleimhaut der vorderen Wand des Kehlkopfes und den Schildknorpel einschieben. In der Nähe der Knorpel zeigt die Submucosa bei älteren Thieren wie in der Nasenhöhle den lamellären Bau, während sie bei jugendlichen Individuen ein mehr homogenes oder feinstreifiges, an Spindelzellen reiches Gewebe darstellt.

d) **Die Blutgefässe des Larynx** sind ähnlich wie in der Nasenschleimhaut in Form dreier Schichten angeordnet, deren tiefste ein in der Submucosa und dem Perichondrium gelegenes Netzwerk stärkerer Stammchen bildet, während die mittlere Schicht aus einem engmaschigen Netzwerk mit rundlichen, die Drüsen umspinnenden Maschen hergestellt wird, die nur in den Stimmbandern eine mehr langgestreckte Form annehmen. Die oberflächlichste, subepitheliale recht dichte Lage sendet auch in die Erhebungen der Schleimhaut steil aufsteigende Schlingen. Alle drei Schichten stehen untereinander in Zusammenhang und führen in die den Arterien namentlich in den tieferen Schichten parallel verlaufenden Venen. Am Kehldeckel soll die mittlere Lage fehlen, die demselben angehörigen Gefässe scheinen in der Hauptsache dem Zungengrunde resp. der Zungenfläche zu entstammen und von da aus

in Begleitung der Drüsengänge den Knorpel zu durchsetzen und in die Schleimhaut der Laryngealfläche des Kehldeckels einzutreten.

Die in der Kehlkopfschleimhaut reichlich sich findenden Lymphgefässe bilden ein unter den oberflächlichen Blutgefässen liegendes, von engeren Röhren geformtes, und ein tieferes, von weiteren Gefässen hergestelltes Netz.

e) Die Nerven des Larynx, welche den bekannten Aesten des Vagus und soweit sie mit den Geschmacksknospen in Zusammenhang stehen, auch dem 9. Nerven entstammen, treten mit ganglienzellentragenden Verzweigungen in die Muskulatur, während sie in der Schleimhaut ein reichhaltiges Flechtwerk bilden, dessen Abzweigungen zur Oberfläche streben. Hierselbst treten sie wahrscheinlich einerseits mit den Geschmacksknospen in Verbindung, während sie andererseits in das Epithel eindringen und inter- oder intracellulär enden.

Lindemann verfolgte solche bis zu kugeligen Endkolben auf der hinteren Epiglottisfläche, Fessler bis zur Höhe der der Oberfläche zunächstgelegenen Kerne. Er fand nämlich im Bereiche der Flimmerepithel tragenden Kehlkopfregion einen etwa in der Mitte der ganzen Epithelschicht gelegenen intraepithelialen Nervenplexus, dessen Fasern in die Zellen selbst einzutreten scheinen; auch an isolirten Cylinderzellen beobachtete er eine Verbindung varicöser Nervenfasern mit den Zellen. Weitere eigenthümliche Nervenendigungen schildert Simanowsky für die Stimmbänder von Hund, Kaninchen und Meerschweinchen; die Nervenfasern sollen dort intraepithelial unter Verlust des Markes baumförmig sich verästeln und an becherförmige Organe ohne directen Zusammenhang sich anschliessen oder selbst pinselförmig zerfasern und durch die in den obersten Schichten zusammenneigenden Axenfibrillen Becherzellenformen ohne Betheiligung von Epithelzellen vortäuschen.

4. Die Luftröhre.

Die Trachea stellt ein contractil-elastisches und compressibles Rohr dar, das jedoch durch das Vorhandensein zahlreicher und dadurch gewissermassen gerüstbildender Knorpelringe in seiner Wand eine nicht unbedeutende Starrheit erlangt. Dasselbe kann man sich am einfachsten aus drei resp. zwei Lagen zusammengesetzt denken, deren äusserste als Faserhaut jene Knorpelringe führt und sich durch ein zum Theil sehr lockeres, ein breites Muskelband (Muskelhaut Franck's) enthaltendes Bindegewebe mit der innersten oder Schleimhaut in Verbindung setzt. Ein ebenfalls loses aus der Faserhaut hervorgehendes, adventitielles Gewebe heftet die Luftröhre an die benachbarten Theile an.

Die **Faserhaut** ist eine von dem gewöhnlichen Bau der bindegewebig-elastischen Häute nicht abweichende, zusammenhängende, röhrenförmige Haut, deren Fasern die Circulär- und Longitudinalrichtung einhaltend einander durchkreuzen. Nach aussen lockert sie sich zu einem formlosen Gewebe auf, in welches häufig Fett eingelagert ist. In der Nähe der Knorpel wird es dichter und zeigt eine concentrisch-lamelläre Einrichtung. In den Zwischenringräumen geht es in das submucöse Gewebe über und enthält wiederum vielfach Fettgewebe.

Die der Faserhaut eingelagerten Knorpel sind rein hyaliner Natur. In der Peripherie der Ringe sind die Zellen spaltförmig und liegen concentrisch; im Innern des

Knorpels sind sie umfangreicher und unregelmässig oder in senkrecht zur Axe gestellte Reihen gelagert.

Die **Muskelhaut** der Trachea bildet keine dieselbe ganz umfassende, schlauchförmige Membran, sondern ist einzig auf die dorsale Wand beschränkt und bei Pferd, Rind, Schaf und Schwein dem dort liegenden Schleimhautabschnitt als ein langgestrecktes, nach dem Querdurchmesser der Trachea verschieden breites, blasses Muskelband mit hauptsächlich querer Faserung direkt und ohne Betheiligung einer Submucosa aufgelagert; bei Hund und Katze dagegen findet sie sich im Bereich der Faserhaut. Dieser Unterschied erklärt sich daraus, dass bei den erstgenannten Thieren die Muskelhaut einwärts von den Knorpelringen, bei den letzteren dagegen an deren Aussenfläche liegt.

Dieser Musculus transversus tracheae besteht aus mehr oder weniger umfangreichen Bündeln transversal verlaufender glatter Muskelfasern, die im allgemeinen nur undeutlich von einander getrennt sind. Die dies vermittelnden bindegewebigen Dissepimente sind nicht selten und besonders beim Rinde und Schweine von Drüsengängen durchsetzt, die von den auswärts von der Muskulatur liegenden kleinen Drüsenhäufchen stammen; zuweilen ziehen sich die Drüsen auch noch zwischen den Muskelbündeln hindurch. Gegen seine beiderseitigen Enden verjüngt sich der Muskel, um sich schliesslich mit dem Perichondrium in Verbindung zu setzen, indem das intermuskulare Gewebe sich in dieses direct fortsetzt.

Die **Trachealschleimhaut** liegt der Faserhaut nicht überall dicht an, vielmehr schiebt sich zwischen beide an der dorsalen Wand meist eine beträchtliche Lage lockeren Gewebes und event. der Quermuskel ein. Ihre innere Oberfläche zeigt besonders deutlich an der dorsalen und ventralen Trachealwand zahlreiche Längsleisten, aber keine eigentliche Faltenbildung. Histologisch bietet sie den Character der Kehlkopfschleimhaut dar.

a) Wie im unteren Abschnitte des Larynx ist das Epithelium auch in der ganzen Trachea ein zwei- bis dreifach geschichtet-cylindrisches, wimperntragendes; seine Höhe ist bei den kleineren Thieren eine im Allgemeinen geringere als bei den grösseren.

Die einzelnen Zellformen gestalten sich derart, dass in der tiefsten Schicht polyedrische kleinere und grössere, zuweilen spitz gegen die Oberfläche sich ausziehende und mit grossem Kern versehene Basalzellen lagern; ihnen schliessen sich die langgestreckten, oft mit Füssen zwischen den Basalzellen hindurchtretenden und in die subepitheliale Lage mit Fussplatten eingreifenden Flimmerzellen an, dieselben sollen nach Waller und Björkmann ebenso wie die zwischen ihnen noch vorhandenen Zwischenzellen beim Menschen in lang ausgezogene, varicose Fortsätze übergehen, die aber nicht mit Nervenfasern zu identificiren seien. Zwischen den Flimmerzellen sind vielfach vereinzelte Becherzellen anzutreffen, die Drasch als eine Uebergangsform der tieferen zu den Flimmerzellen auffasst; dieselben werden an ihrem freien Ende von der die Cilien tragenden Cuticula umkreist. Häufig finden sich zwischen den Epithelzellen emigrirende Lymphoidzellen. — Dicht unter dem Epithelium trifft man auf eine zarte Basalmembran, die ein endotheliales Gefüge zeigt; Frankenhäuser*) konnte darin bei Pferd, Rind, Schwein und Hund unregelmässig polygonale Zellen nachweisen; im Querschnitte präsentiren sie sich besonders deutlich beim Pferde als langgestreckt spindelförmige, kernhaltige Gebilde.

*) Frankenhäuser, Untersuchungen über den Bau der Tracheo-Bronchial-Schleimhaut. Dorpater Dissertation. 1880.

b) Die Propria mucosae zeigt, abgesehen vom Hunde, bei allen unseren Hausthieren eine deutliche Schichtenbildung. Die subepitheliale Lage ist sehr zartfaserigen Baues und enthält neben den gewöhnlichen Bindegewebs- auch reichliche Lymphoidzellen; beim Rinde sind lymphoide Follikel in ihr wie auch in den tieferen Schichten, z. B. zwischen den Bündeln des Quermuskels, nicht selten. Die mittlere Schicht wird insbesondere an der ventralen und dorsalen Luftröhrenwand von elastischen Längsfaserzügen hergestellt; dieselben bilden ein in geringen Abständen mit etwa dreiseitig prismatischen Längsleisten besetztes, die Hälfte der ganzen Schleimhautdicke einnehmendes Stratum, welches vermittelst dieser Erhebungen das Vorhandensein der oben erwähnten Falten veranlasst. Die darin lagernden elastischen Fasern sind meist zart und in eine feinfaserige Grundlage eingebettet. Die äusserste Schicht der Schleimhaut wird durch vorwiegend längsverlaufende, derbe Bindegewebsbündel zusammengefügt, die sich an der Bildung des Perichondriums betheiligen und in den Zwischenringbändern in die lockere Submucosa übergehen. In der dorsalen Wand wird diese innerste Lage durch den erwähnten Quermuskel ersetzt. Nur beim ausgewachsenen Hunde kommt es nicht zur Schichtenbildung (Frankenhäuser).

Drüsen. In der Propria mucosae und wie oben schon angedeutet auch zwischen und auswärts von den Bündeln des Quermuskels finden sich Drüsen in verschiedener Menge vor; am reichsten scheint die dorsale und ventrale Wand mit solchen ausgestattet zu sein. Dieselben bilden soweit sie der Propria mucosae angehören meist flach rundliche, »kuchenförmige« Drüsenkörper, die der Schleimhautoberfläche parallel liegen; im Bereiche des Muskels dagegen und in der Submucosa sind sie mehr pyramiden- und birnförmig. Ihr Charakter ist wiederum ein mehr tubulo-acinöser, resp. zusammengesetzt schlauchförmiger, die Schläuche sind relativ weit und häufig abgebogen und geknickt. Dieselben bestehen aus einer structurlosen, kernhaltigen Membran mit eingelagerten, ästig verbundenen Zellen und einem Epithel, welches sich nicht deutlich abgrenzt und nach Frankenhäuser nach Art des Epithels der eigentlichen Schleimdrüsen aus hellen, grösseren, sich mit Carmin nicht färbenden, homogenen und kleineren, dunkleren, mit diesem Farbstoffe leicht färbbaren Zellen gebildet wird. Noch besser vermag man mittelst der Osmiumsäure die Differenzen in der Beschaffenheit der Zellen nachzuweisen, Halbmondbildungen treten dann nicht selten auf; indessen begegnet man auch Durchschnitten, welche eine gleichmässige Graufärbung der Zellen darbieten, sodass man den Charakter der Drüse als den einer gemischten bezeichnen kann.

Die Ausführungsgänge der Drüsen enthalten ein einfaches, cubisches Epithel, und nur bei sehr kräftiger Entwickelung und eventueller ampullenartiger Erweiterung jener schichtet sich dasselbe in zwei Lagen, deren oberste flimmerndes Cylinderepithel führt. Aeusserlich sind die Ausführungsgänge mit einer einfachen Lage stäbchenartiger, longitudinal

gestellter Kerne, die auf das Vorhandensein von Muskelzellen deuten, belegt.

c) Eine zusammenhängende Submucosa besteht eigentlich nur in dem Bereiche der Zwischenringbänder, sie zeigt dort den locker bindegewebig-elastischen Bau und Fetteinlagerung; wie erwähnt, steht sie mit dem Faserhautgewebe in innigstem Zusammenhange. An der dorsalen Wand der Luftröhre findet sie sich indessen auch im Bereiche der Ringe auswärts von der Musculatur; sie bildet dort eine sehr unzusammenhängende Masse, welche die Schleimhaut resp. den Quermuskel nur locker an die Faserhaut befestigt.

d) Die Gefässe der Trachealschleimhaut bilden ein grobes, submucöses Geflecht, welches schräg und senkrecht aufsteigende Aeste entsendet, die mit einem in Drüsenhöhe gelegenen Plexus die Drüsen umspinnen, und mit einem feineren, polygonalen Maschenwerk sich unter dem Epithel verzweigen. Die Nerven begleiten die Blutgefässe, durchbohren mit ihnen die Muskelmasse und verbreiten sich plexusartig in der Schleimhaut, Nervenendzellen konnten Waller und Björkmann in dem Epithel nicht nachweisen; dagegen finden sich hauptsächlich ausserhalb der Musculatur, selten in deren Innern oder einwärts davon, Ganglienzellen. Bezüglich der Lymphgefässe gilt das beim Kehlkopf Gesagte.

4. Die Lunge.

Das eigentliche Respirationsorgan, die Lunge, zeigt behufs Herstellung eine ihrer Bedeutung, eine ergiebige Menge Blutes mit der atmosphärischen Luft in Contact treten zu lassen, entsprechende Einrichtung. Sie ist, wie alle Organe, bei welchen die Unterbringung einer möglichst grossen Oberfläche in einem verhältnissmässig geringen Raume angestrebt wird, drüsigen Baues, und gleich zwar einer zusammengesetzt-tubulösen aber mit acinösen Ansätzen versehenen Drüse. Bei niederen Vertebraten mit geringerem O-Bedürfniss stellt sie freilich nur eine sackartige, event. etwas buchtige Erweiterung der zuleitenden Luftrohrenäste ohne eigentliche Acinus-Bildung dar.

Ein weitmaschiges, lockeres Bindegewebsgerüst bildet die Grundlage des Organes, die Stränge und Balken desselben dienen gleichzeitig dem Transporte der Blut- und Lymphgefässe, der Nerven und der Bronchien, die Maschen des Gerüstwerkes nehmen die eigentlich respirirenden Theile der Lunge d. h die Luftbläschen auf.

Allgemeiner Bauplan. Im Allgemeinen gestaltet sich die Einrichtung der Lunge derart, dass das Bindegewebsgerüst (interstitielle oder interparenchymatöse Gewebe) zunächst eine Anzahl gröberer Dissepimente (interlobäres Gewebe) bildet, welche das Organ in mehrere Lappen zerlegen. Von diesen interlobaren Gewebszügen fasern sich weiterhin noch mit unbewaffnetem Auge leicht erkennbare, ästig verzweigte und so abermals netzbildende Balkchen ab, welche ein interlobuläres Gerüst herstellend den Raum eines Lappens in zahlreiche kleinere Fächer scheiden, die die Lappchen einschliessen. Jedes Lappchen selbst aber wird durch intraparenchymatöses Gewebe in kleinste, mit blossem Auge gerade noch erkennbare Maschen für die Aufnahme der Luftbläschen resp. Alveolen zerlegt, für

welche jenes somit zu einem interalveolären resp. septirenden Gerüst wird (interalveoläres Gewebe resp. Alveolarsepta).

Das eigentliche Parenchym der Lunge besteht nun aus den luftführenden Theilen einer-, aus den blutleitenden anderseits. Die ersteren setzen sich wieder aus den Verästelungen der Luftröhre, den Bronchien, und den sich um diese traubenartig gruppirenden Alveolen zusammen. Die letzteren werden von einem functionellen und einem nutritiven Gefässsystem gebildet.

Die Luftröhre schickt ihre beiden Theilungsäste, einen weiteren rechten und einen etwas engeren linken Bronchus nach kurzem Verlaufe, bei einzelnen Thieren bereits getheilt, in die Lunge. Jeder der beiden Luftröhrenäste entsendet dortselbst nach dem Princip der Abzweigung

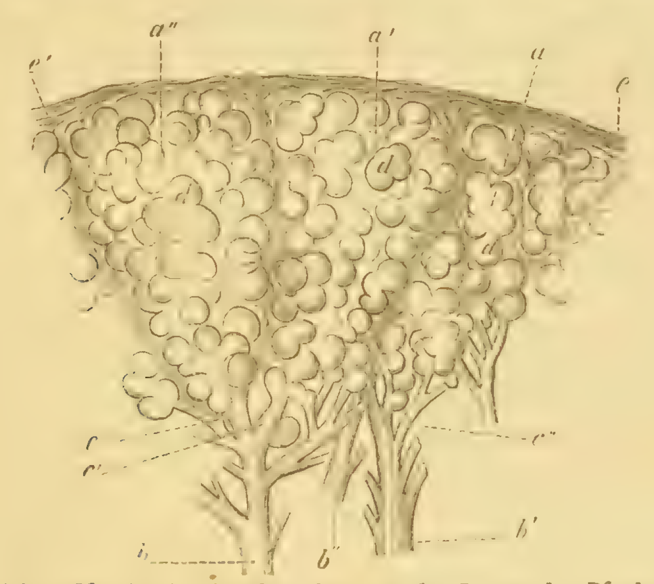


Fig. 288. Drei Primärläppchen aus der Lunge des Pferdes.
aa'a'') Infundibula, *bb'b''*) kleinste interlobuläre Bronchien, *cc'c''*) Terminalbronchien, *d*) Lungenalveolen, *ee'*) seröser Ueberzug.

zahlreiche spitz- und rechtwinkelig abtretende Aeste, welche ihrerseits in dichotomischer Theilung weitere Verästelungen derart eingehen, dass Ramificationen erster, zweiter, dritter etc. Ordnung mit stetig abnehmendem Caliber entstehen. Die lezten dieser feinen noch interlobulär verlaufenden Bronchien treten nunmehr an die Läppchen der Lunge selbst heran und theilen sich als Terminalbronchien (Fig. 288 c) in diese vordringend, also intralobulär, zwei- bis vierfach nochmals dichotomisch, um nunmehr in die respirirenden Hohlräume überzugehen. Es sind das durch spitzwinkelige Verästelung der intralobulären Endausläufer entstehende schlauchartige, sich allmählich etwas trichterförmig erweiternde Gänge (Infundibula Rossignols, Fig. 288 a), welche schliesslich blind endigen. Diese intralobulären Ramificationen der Terminalbronchien stellen keine vollkommen glattwandigen, gleichmassig weiten Röhren dar, sondern sie zeigen sich ebenso wie die ihnen ansitzenden

Infundibula vielfach buchtig erweitert, indem sie mit sphärisch-ovoiden oder mehr birnförmig gestalteten Aussackungen (Luftzellen alveoli, Fig. 288 d) besetzt sind, die sich alle in die angedeuteten Gänge eröffnen und diesen letzteren deshalb durch F. E. Schulze den Namen der »Alveolengänge« eingebracht haben. Man kann demnach die Einrichtung der Lunge der einer Drüse tubulösen Charakters an die Seite stellen, welche indess an ihren letzten Endgängen zahlreiche Acini trägt. — Durch die Zusammenschaarung dieser Acini um einen Alveolengang resp. einen Terminalbronchus kommt es so zur Herstellung eines primären Läppchens, das von einer gemeinsamen bindegewebigen Umhüllung (interlobuläres Gewebe), die aus dem den zu ihm führenden Endbronchus begleitenden peribronchialen Gewebe hervorgegangen ist, umgeben, sich mit den nachbarlichen Primärläppchen zu einem gröberen secundären Läppchen verbindet. Eine grössere Zahl zusammengehöriger Secundärläppchen gruppirt sich weiterhin zu grösseren Lappen (Lobi) zusammen, welche schliesslich in entsprechender Zahl die Herstellung eines grösseren und selbständigen Abschnittes der Lunge übernehmen.

Der Bedeutung des eigentlichen Respirationsorgans entsprechend zeigt auch die Blutgefässvertheilung in der Lunge eine besondere Entwickelung und Einrichtung. Ein eigenes Capillarsystem dient der Function der Bluterfrischung, es ist das functionelle, ein anderes der Nutrition des Organs, es ist das nutritive Capillarnetz. Das respiratorische Gefässsystem wird durch die Art. pulmonal. gespeist. In zwei grosse Stämme getheilt, wendet sich dieselbe mit diesen nach ihrem Austritt aus dem Pericardium je in ihre Lunge, die Lungenwurzel zum Eintritt benutzend. Im Wesentlichen erfolgt die Verzweigung wie die der Bronchien, die Ramificationen der Lungenarterie laufen seitlich an dem zugehörigen Bronchialzweige entlang, um dort, wo der Terminalbronchus in sein Läppchen eintritt, sich von diesem zu trennen und das interlobuläre Gewebe aufsuchend, an die Peripherie der Alveolen zu gelangen. Hierselbst löst sich die Arterie in ein Capillarnetz auf, dessen Maschen der äusseren Oberfläche der Alveolarwand dicht aufliegen. In diesem Capillarsystem wurzeln als abführende Gefässe die Lungenvenen, deren Zweige und Stämme der Arterie gegenüberliegend ebenfalls mit den Bronchien, sich zur Lungenwurzel begeben. Das Ernährungsgefäss der Lunge, die Bronchialarterie, findet als ein weit weniger umfangreiches Gefäss insbesondere in der Bronchialschleimhaut seine Verbreitung und zieht zu diesem Behufe auf der äusseren Wand der Bronchien bis zu deren kleinsten Verzweigungen, nicht ohne mit dem functionellen Capillarnetz Anastomosen auszutauschen. Auch die Lymphgefässe und Nerven sind den feineren und gröberen Zügen des interstitiellen, insbesondere peribronchialen Gewebes eingefügt.

Specielles. 1. Die **Bronchien** wiederholen im Allgemeinen den Bau der Trachea. Sie bestehen demnach, abgesehen von einer locker bindegewebigen adventitiellen Scheide, aus den drei Schichten dieser, wobei

freilich die Musculatur in der Umgebung des ganzen Rohres nachgewiesen werden kann. Die Faserhaut, »äussere Faserschicht«, (Fig. 289 a) schliesst zunächst in ihrer bindegewebig-elastischen, von longitudinal und circulär verlaufenden Fasern gebildeten Grundlage, Knorpel ein, welche von hyalinem Knorpelgewebe gebildet, bei den grösseren unserer Hausthiere als eckige Platten oder spangenartige Halbringe häufig dachziegelartig sich übereinander hinwegschieben oder doch wenigstens innig aneinanderlegen; erst in feineren, etwa 3 *mm* im Durchschnitt messenden Verästelungen stellen diese Knorpeleinlagerungen kleinste Knorpelstreifchen dar, welche nicht mehr in der gleichmässigen Weise wie vordem in der Bronchialwand vertheilt, sondern nur in weiteren Distancen derselben eingefügt sind. Von einer Weite beim Pferde von etwa 0,7—1,0 *mm* ab fehlen diese knorpeligen Stützen der Röhrenwand meist ganz, während sie bei Rind und Schwein noch bis

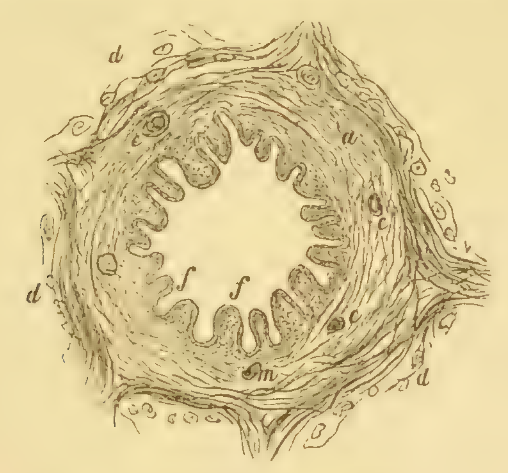


Fig. 289. Durchschnitt eines Bronchus von 0,38 *mm* Durchmesser eines 5 Tage alten Kalbes. *a*) Faserhaut, *m*) Musculatur, *c*) Gefässe, *f*) Schleimhautfalten, *d*) angrenzende Alveolen.

in die feinsten interlobulären Bronchien von ca. 0,4 resp. 0,25 *mm* Weite verfolgt werden können. In den äusseren Parthien dieser Faserhaut finden sich nicht selten Fettzellen einzeln oder in Träubchen gruppirt, auch lymphfollikuläre Einsprengungen treten darin zuweilen, besonders beim Schweine, auf; die inneren Schichten dienen dagegen, wenigstens in den grösseren Bronchien, zum Theil mit zur Aufnahme der Drüsen (s. u.). Die Muskelhaut bildet einen in der Regel ringförmig verlaufenden Zug organischer Muskelfasern, welcher in den grösseren Bronchien aus mehreren Bündeln, in den kleineren aus einzelnen Reihen dieser contractilen Faserzellen besteht. In manchen Präparaten glaubt man einwärts von diesem Zuge circulärer Muskelfasern, abgesehen von kleinen Bündeln elastischer Fasern, auch solche, welche longitudinal verlaufen, zu erkennen. Die Schleimhaut der Bronchien, welche sich ohne Bildung einer eigentlichen Submucosa mit der Muskelhaut in Verbindung setzt, zeigt einen fibrillär-elastischen Bau und ist

in ihren tieferen Schichten äusserst reich an Blut- und Lymphgefässen sowie selbst an grösseren Nervenstämmen; die Lymphgefässe namentlich treten als weite, endothelial umscheidete Lücken in den Schnitten auf. In ihren oberen Schichten ist die Mucosa dagegen sehr zellenreich, zuweilen follikel- und wenigstens in den grösseren Bronchien drüsenhaltig. Dabei zeigt sie durch elastische Faserzuge bedingte und deshalb nicht verstreichbare, dichtstehende, niedrige Längsleisten, die in den kleineren Bronchien beträchtlich an Höhe zunehmen und so in Querschnitten als kegelförmige, radiär gestellte Falten (Fig. 280 f) erscheinen; dieselben besitzen ebenfalls eine aus elastischen Längsfasern mit eingestreuten Bindegewebs- und einzelnen Muskelkernen ausgestattete Grundlage. Die Drüsen der Bronchialschleimhaut zeigen im Wesentlichen den Charakter der Trachealdrüsen. In den grösseren Bronchien in reichlicherer Menge und stärkerer Entwickelung als »platt-kuchenartige«, geknäuelte und vielfach abgeknickte, verästelt-tubulöse Schleimdrüsen den Interstitien der Bronchialknorpel oder der äusseren Faserhaut eingelagert, erscheinen sie ausserdem sowohl in der inneren Schicht dieser, als auch in den kleineren Bronchien als wenig umfangreiche, beim Pferde oft nur bauchig-erweiterte Schläuche mit einfachem, kegelförmigen Zellenbelag, der zuweilen in Schleimbildung begriffen scheint. In den kleineren Bronchien ist der Drüsengehalt jedenfalls ein sehr geringer, am bedeutendsten noch beim Schweine.

Wenn man im allgemeinen zwar angiebt, dass das Verschwinden der Schleimdrüsen mit dem der Knorpel Hand in Hand ginge, so kann ich dem gegenüber nur hervorheben, dass ich auch in zahlreichen solchen Präparaten, bei welchen die Bronchialwand noch mit einem mehr oder weniger vollkommenen Knorpelringe ausgestattet ist, Drüsen in der Mucosa nicht mehr beobachten konnte; so fand ich z. B. beim Rinde, dessen Bronchien ja noch bei einer Weite von 0,4 *mm* aus 3 Knorpelkernen bestehende Ringe besitzen, schon bei 1 *mm* Weite und früher keine Andeutung von Drüsen mehr.

Das Epithel der Bronchialschleimhaut endlich gleicht in den grösseren Ramificationen ebenfalls noch ganz dem der Trachea, es ist ein mehrschichtiges flimmerndes Cylinderepithel, dessen oberflächlichste Zellen noch eine recht bedeutende Länge besitzen. Gegen die kleineren Bronchien hin nimmt sowohl die Höhe der oberflächlicheren Zellen, als auch die Zahl der Schichten allmählich ab, sodass es in den kleinsten interlobulären Gängen nur noch ein einschichtiges, niedrig-cylindrisches und zwar meist wimperloses Epithelium darstellt. Auch hier sind in und zwischen den Zellen derselben emigrirende Leukocyten nicht selten nachweisbar (Stöhr's und eigene Beobachtungen).

Die Einrichtung der kleinsten interlobularen Bronchien (Fig. 280) gestaltet sich demnach wesentlich einfacher als jene der grösseren. Zwar lassen sich die drei Häute derselben immer noch deutlich unterscheiden, da der vorhandene Muskelring eine scharfe Grenze zwischen Faserhaut und Schleimhaut bildet, aber in ihrer Totalität stellt die Wand doch ein weniger leicht trennbares, einheitliches Ganzes dar.

An demselben hat die Faserhaut, soweit sie, wie beim Pferde, keine Knorpelkerne mehr trägt, verhältnissmässig mehr an Breite abgenommen als die anderen Schichten, bei den Wiederkäuern und Schweinen fällt das wegen des Nochvorhandenseins solcher nicht besonders auf; die Muskelhaut stellt, wie erwähnt, einen einfachen, aus zwei oder mehreren Reihen bestehenden Ring dar, welchem nach einwärts die ein einschichtiges, niedrig-cylindrisches Epithel tragende Schleimhaut als dünne, aber meist hohe Falten bildende Membran bindegewebig-elastischen Baues anliegt. Die angedeutete Faltenbildung tritt übrigens beim Pferde weniger hervor, als bei den anderen Hausthieren.



Fig. 290. Lunge des Rindes.
Bei *A* und *B* nicht gefüllte, bei *C* mässig injicirte Läppchen.
a) Terminalbronchus, *b*) Alveolen in *b'* ganz oder zum Theil mit dem Epithel ausgestattet, *c*) Läppchenvene, *d*) Läppchenarterie, *e*) interalveoläre Septa, *f*) interlobuläres Gewebe, *g*) Bronchiolus von ca. 1 *mm* Durchmesser, *h*) Lungenvene, *i*) Lungenarterie.

Nachdem der Uebertritt des interlobulären Bronchus in sein Lungenläppchen erfolgt und derselbe somit intralobulär noch in seine feinsten Endäste zerfallen ist, ändert sich auch der Aufbau der Wandungen dieser letzten Bronchiolen (Fig. 290 a) derart, dass dieselben unter Verlust jener bisher noch deutlichen Mehrschichtigkeit wie der Faltenbildung nur noch aus einer ganz zarten, vollkommen glatten, bindegewebigen, einen einfachen Muskelring führenden Propria und

einem mehr und mehr sich abflachenden Epithelium bestehen, das sich so allmählich den Formen des eigentlichen respiratorischen Epithels (Kölliker) nähert. Zunächst sieht man in der Regel das Epithel der einen Seite dieser Terminalbronchien eine ganz flache Beschaffenheit annehmen, sodass es hier noch dickere, beim Pferde etwa 6 μ hohe, cubische, mit grossen rundlichen Kernen ausgestattete, dort dagegen ganz niedrige, nur noch 1,85 μ dicke Zellen von homogener Beschaffenheit mit abgeplatteten Kernen darstellt. Die Beimischung dieser platten Zellen zu den cubischen ist übrigens numerisch eine recht differente, da oftmals Bronchiolen besonders beim Rinde getroffen werden, welche fast durchweg ein 7,5—10 μ hohes Epithel aufzuweisen haben.

Die Bronchiolen haben übrigens eine bei verschiedenen Thieren variirende Weite, die sich beim Pferde auf 0,22—0,58 *mm*, beim Rinde auf durchschnittlich 0,275 und beim Schweine auf 0,105—0,150 *mm* beläuft; sie lagern regelmässig mitten in dem eigentlich respirirenden Gewebe und grenzen sich im Gegensatz selbst zu den feinsten interlobulären Bronchien somit nicht durch breitere Bindegewebszüge, sondern nur durch schmale Septen von ihrer Nachbarschaft, den Alveolen, ab. In der Regel fehlt ihnen auch die Begleitschaft venöser und arterieller Lungen- und immer diejenige nutritiver Gefässe.

Mit Rücksicht auf das Verhältniss der kleinsten Bronchien zu dem eigentlichen Lungenparenchym weist Schottelius neuerdings auf einen principiellen Unterschied zwischen unseren Fleisch- und Pflanzenfressern hin, wonach bei ersteren die Terminalbronchien sich gegen die Alveolen hin stark verengen und diese wie dicke maulbeerartige Früchte auf dünnen Stielen den Terminalbronchien ansitzen sollen, während beim Schaf etc. die Alveolengruppen stumpfe Köpfe auf den sehr weiten, sich aber nicht trichterförmig erweiternden Endbronchis bildeten.

2. Der Uebergang dieser Terminalbronchien in die eigentlich **respirirenden Theile (Alveolengänge, Infundibula und Alveolen)** führt zu weiterer Verdünnung der Wandungen, die sich nun im Wesentlichen aus einer zarten Propria und dem derselben innen aufliegenden, respiratorischen Epithel zusammensetzen. Die Membrana propria stellt eine helle, homogene Membran elastischen Charakters von ca. 1—1,5 μ Dicke dar, von deren Aussenfläche sich feine und gröbere elastische Fasern abzweigen, welche in den Wandungen und der nächsten Nachbarschaft der Alveolengänge und Infundibula ein oft noch mehrfach geschichtetes langmaschiges Netzwerk bilden, während sie von den Alveolen direkt in das interalveoläre Gewebe übertreten oder sich über deren Wand in einfacher Lage unter spitzwinkeliger Theilung hinwegspannen. In dem Netze dieser Fasern findet sich ein fast homogenes oder feinkörniges, zuweilen auch faseriges Füllungsmaterial, in welchem die Kerne von Bindegewebs- und Muskelzellen auftreten; die letzteren bilden in den Alveolengängen und Infundibulis oft noch zwei- bis dreischichtige, unvollkommene Ringe, während sie an der Aussenfläche der Alveolarpropria nur vereinzelt auftreten. Das die respirirenden Lufträume der Lunge auskleidende Epithel ist ein in verschiedenen Lebensperioden nicht ganz einheitliches. Immer zunächst ist es ein einschichtiges, aber

vor Beginn der Athmung, also während des intrauterinen Lebens besitzt dasselbe anfangs hochcylindrische, dann mehr cubische Formen, (Fig. 289) neben denen, wie Stieda bei Schafembryonen nachwies, auch schon platte Epithelien vorkommen. Die eigentliche Umbildung zu dem während des extrauterinen Lebens vorherrschenden Plattenepithel geht erst mit der Athmung Hand in Hand (Küttner). Das definitive Epithel (Fig. 290 d) hat nun verschiedene Zellenarten aufzuweisen. Nachdem schon von Elenz und dann von F. E. Schulze verschiedene Epithelform in der Lungenauskleidung überhaupt nachgewiesen worden waren, hat Kölliker speciell für die Lunge des Menschen kleine, kernhaltige, granulirte Pflasterzellen, welche vereinzelt oder gruppenweis in den Maschen des aussen der Propria anliegenden Capillarnetzes liegen,

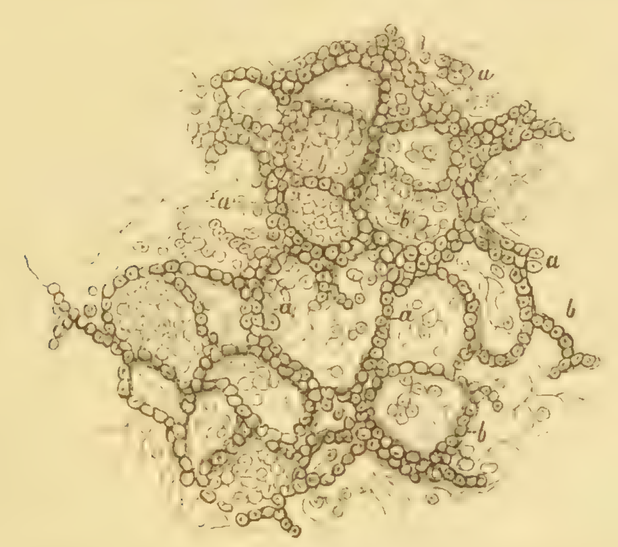


Fig. 291. Aus der Lunge des neugeborenen Kalbes.
a) Infundibular-, *b*) Alveolarwand.

und ferner grössere kernlose, nur durch Silbernitrat nachweisbare, homogene Platten, die über den Capillaren selbst angebracht sind, unterschieden; beide Arten bringt er in genetischen Zusammenhang, indem er die letzteren durch Zusammenfliessen und Verlust der Kerne der ersteren entstehen lässt. Auch Feuerstack differenzirt mehrere Zellsorten, wobei er ausser der Kölliker'schen noch eine dritte Zellenart in Form einer grossen hyalinen, kernhaltigen Platte aufstellt; zwischen ihr und der kernlosen sind mannigfache Uebergangsformen aufzufinden sind. Es ist namentlich an Haematoxylin-Eosin-Präparaten nicht schwer, auch bei unseren Haussäugethieren Differenzen in der Beschaffenheit der Enchymzellen der einzelnen Lungenalveolen herauszufinden, die mit den oben für die Menschenlunge angedeuteten im Wesentlichen zuzammenfallen.

Vor allem fallen jederzeit Zellen von rundlicher Form und scharfer Abgrenzung auf, die eine Grösse von 7,5—8,75 μ (in Balsampräparaten gemessen) und einen

meist excentrisch gelagerten runden Kern von 3,7—5 μ Grösse besitzen; sie färben sich durch Eosin intensiver als ihre Umgebung und liegen vereinzelt oder zu zwei bis drei in Gruppen. Ausserdem beobachtet man regelmässig länglich-rundliche Kerne von 6,2 μ Länge und 3,7 μ Breite, welche zuweilen dicht bei einander lagern, auch in der Abschnürung begriffen sind und gewöhnlich die Maschen des Capillarnetzes einnehmen; sie liegen in einer hyalinen, von Eosin nicht färbbaren Umgebung. Hyaline, kernlose Platten, wie solche besonders auf den in das Lumen der Lufträume frei vorspringenden Rändern und Kanten vorkommen, sind auf den freien Flächen der Alveolen scheinbar nur spärlich vertreten. Mit Recht kann man die angedeuteten, verschieden erscheinenden Zellen als differente Entwicklungsstufen einer Zellenart betrachten. Es sei schliesslich erwähnt, dass man nicht selten kleinen, intensiv blau gefärbten Kernen von 2,5—3,7 μ Grosse begegnet, die indess wohl nur als Endothelkerne des Capillarnetzes in optischem Durchschnitt zu deuten sind.

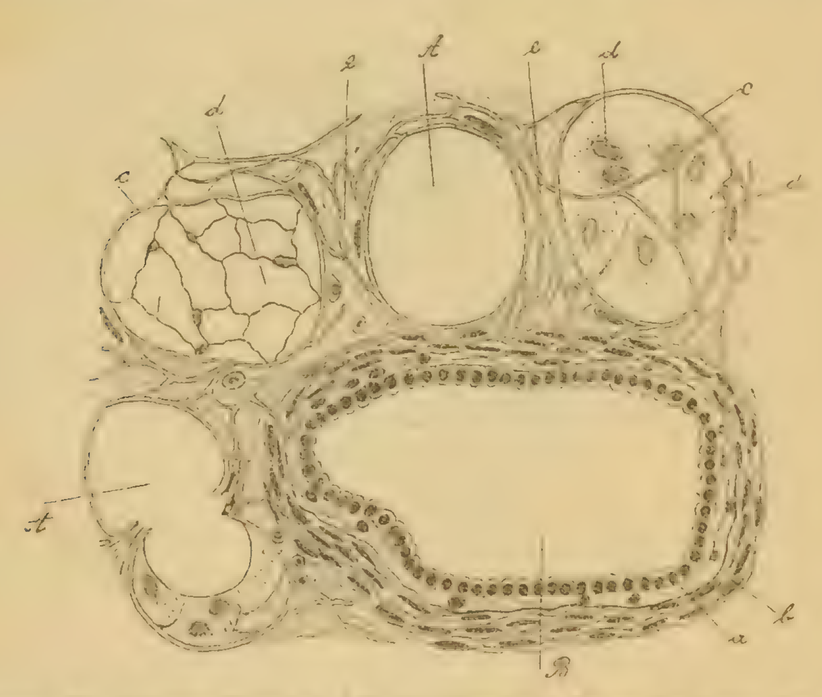


Fig. 292. Ein kleinerer Bronchus (*B*) und Alveolen (*A*) aus der Lunge des Pferdes bei starker Vergrösserung.
a) Schleimhaut, *b*) Muscularis des Bronchus, *c*) Alveolarwand, *d*) Alveolarepithel (durch Injection von Silberlösung veranschaulicht, bei *d'* dessen Kerne, *e*) interalveoläre Septa mit elastischen Netzen und Muskelzellen.

In der **Grösse der Alveolen** bedingen Thierart und Alter sowie Anstrengung und Gebrauch der Lungen gewisse Differenzen; auch beim Einzelindividuum ist sie etwas schwankend; durchschnittlich beläuft sie sich jedoch beim Pferde auf 0,13 *mm* (beim frischgeborenen Fohlen auf 0,06 *mm* Franck), beim Rinde auf 0,17—0,22 *mm* (0,25 *mm* Franck), beim Schafe auf 0,06—0,1 *mm*, beim Schweine auf 0,15—0,2 *mm*, beim Hunde auf 0,1 *mm*.

Im höheren Alter kommt es vielfach zur Atrophie der Alveolarsepta, sodass grössere, mit blossem Auge leicht wahrnehmbare, buchtige Lufträume entstehen (alveoläres Emphysem).

Controversen: Die Membrana propria der respirirenden Hohlräume wird von den meisten Autoren schlechtweg eine homogene Membran des bindegewebigen Characters genannt. Ich habe sie dem gegenüber oben als eine elastische Haut aufgefasst, weil es mir an keinem der untersuchten und in verschiedenster Weise behandelten Präparaten möglich war, dort wo die Alveolarwand gut im Querschnitt getroffen, einwärts von dem Epithelium irgend eine andere Gewebsform aufzufinden als eben die elastische. Jederzeit präsentirte sie sich als eine, einen meist ganz regelmässigen Ring bildende, glänzende, scharf contourirte, in ihrer äusseren Contourlinie häufig sich verzweigende Membran; dass dieselbe nicht ganz continuirlich zu sein braucht und somit an ihre Stelle die bindegewebige Grundlage des die Alveolarwand bedeckenden Gewebes treten kann, ist eine in der Natur der elastischen Häute überhaupt gelegene Eigenthümlichkeit — Das Vorhandensein von Kernen und speciell von Muskelzellen in der Membrana propria selbst ist ebenso oft geleugnet, wie vertheidigt worden. Dafür sind Gerlach, Moleschott, Colberg, Hirschmann und Piso-Borme eingetreten, dagegen haben sich u. A. F. E. Schulze, Frey, Henle, Kölliker und Toldt ausgesprochen. Für unsere Hausthiere kann ich mich den letzteren Forschern mit der Einschränkung anschliessen, dass glatte Muskelelemente zwar nicht in der Membran selbst, wohl aber ganz dicht auf deren äusserer Oberfläche, besonders in jenen elastischen Fasernetzen gefunden werden, welche sich der Alveolarwand anlegen. Rindfleisch lehrt sphinkterenartige Ringe an der Mündung der Alveolen, welche diese umkreisen und in Form schleifenförmiger Faserzüge auf das Infundibulum ausstrahlen sollen; für das Rind habe auch ich mich schon früher*) von einer ähnlichen Einrichtung überzeugen zu können geglaubt. — Auch über die Beschaffenheit des Epitheliums gehen die Ansichten auseinander. Früher von E. Wagner, O. Weber, Hirschmann, Chrzonszczewsky etc. als ganz einheitlich angesehen, hat man dann die oben angedeuteten Verschiedenheiten vermittelst der Versilberungsmethode etc. ausfindig gemacht; hier sei noch hervorgehoben, dass Kölliker neuerdings für wandständige Alveolen, welche er in der menschlichen Lunge den kleinsten Bronchien direct ansitzen lässt, ein mit deren Auskleidung zusammenhängendes Flimmmerepithel nachweist. Manche Forscher, wie J. Arnold, Hertz sind für eine Discontinuität der Epithelien eingetreten; dieselben sollen danach als kernhaltige Zellen nur in den Maschen des Capillarnetzes vorkommen, während die Capillaren selbst ganz frei seien.

3. Das **Gerüstwerk** der Lunge bauen locker-bindegewebige Massen auf. Beim Rinde sehr reichlich, weite Spalträume einschliessend, beim Hunde dagegen sehr spärlich vertreten, wird es von unregelmässig verlaufenden, welligen oder mehr gestreckten Faserzügen von grösserer oder geringerer Mächtigkeit, oft breite, bandartige Lamellen und Balken bildend, hergestellt. Bindegewebig-elastische Fasern nebst, besonders auch wieder in der Rinder-, Pferde- und Schweinelunge, recht reichlichen spindelförmigen und lymphoiden Zellen, bilden das wesentlichste Baumaterial des gesammten interstitiellen Gewebes, dem zuweilen subpleurale, perivasculäre und peribronchiale Anhäufungen lymphatischen Gewebes in bei einzelnen Thierarten (Schwein) und Individuen reichlicherer oder geringerer Menge eingefügt sind. Als fremdartige Bestandtheile finden sich namentlich in der Nähe der Lungenränder auch bei

*) Sussdorf, Ueber die Lungenseuche des Rindes etc. Zeitschr. f. Thiermed. u. vergl. Pathol. V. 1879. p. 363.

unseren Pferden und Hunden nicht selten Pigmentirungen durch Kohlenpartikelchen, welche mit der Athemluft in die respirirenden Theile übergeführt sind und sich von hier in das interalveoläre resp. interlobuläre Gewebe und die Lymphbahnen durchgebohrt haben. Von dem Lymphstrome erfasst, werden sie auch in die Bronchialdrüsen transportirt, woselbst sie ebenfalls eine Schwarzfärbung bedingen. Es ist übrigens constatirt, dass neben dieser echten Anthrakosis auch Melaninbildung in der Lunge vorkommt.

Gegen die Spalträume grenzt sich nun dieses Gerüstwerk durch eine zusammenhängende Lage mit gelappten Rändern ineinandergreifender, durch die Silbernitratimprägnation leicht nachweisbarer Endothelzellen ab, ein Umstand, welcher den besten Beweis für die Bedeutung dieser Spalträume als Lymphbahnen erbringt, wie ich dies schon früher*) aus anderen Gründen geschlossen, und wie dies auch neuerdings Pierret und Renaut**) bestätigt haben.

Das gesammte interstitielle Gewebe eines grösseren Lungenabschnittes fliesst an dessen Oberfläche zu einer mehr oder weniger zusammenhängenden, gewöhnlich etwas dichter gebauten Lage, dem subpleuralen Gewebe, zusammen, welches in der Pleura pulmonalis seinen Abschluss findet. Dieselbe, einen Theil des Brustfelles bildend, zeigt den Aufbau dieses selbst. Es ist dasselbe eine nach dem Typus der serösen Membranen überhaupt gebaute, fibröse Haut, welche sich besonders durch den Reichthum an elastischen Fasernetzen in ihrem visceralen Theile auszeichnet. Sie wird wie alle serösen Häute von einem Endothelium bekleidet, das nur auf der Lungenoberfläche je nach dem Dehnungszustand des Organs mehr oder weniger abgeflacht und gelappt erscheint. Zwischen den Endothelzellen, namentlich der den Intercostalräumen, aber auch der Lunge aufliegenden Parthie der Pleura finden sich regelmässig sog. Stomata, von denen die ersteren in die Lymphgefässe der Brustwand (Dybkowsky), die letzteren in die des oberflächlichen Lymphgefässnetzes der Lunge führen. Jene sollen als ein dichtes Netz in zwei Lagen, eine oberflächliche und eine tiefe zerfallen, welche zu klappenführenden Lymphgefässen ziehen, die entlang den Rippenrändern zur Wirbelsäule sich begeben.

4. Die **Gefässe und Nerven** der Lunge. Es wurde schon oben angedeutet, dass das respiratorische Capillarnetz der Lunge einen wesentlichen Bestandtheil in dem Aufbau des Lungenparenchyms bilde. Es ist deshalb hier noch seiner Antheilnahme an der Herstellung der respirirenden Theile der Lunge zu gedenken. Die von dem Bronchus eines Lungenläppchens sich trennende Verzweigung der Pulmonalarterie tritt in das das Läppchen umhüllende, interlobuläre Gewebe und ent-

*) l. c. p. 365.

**) Pierret et Renaut, mémoire sur les sacs lymphatiques périlobulaires semicloisonnés et communicants du poumon du boeuf. Arch. d. phys. norm. et path. XXI. 1881.

sendet von hier seine feineren Zweige, welche unter vielfacher Anastomosirung mit den Gefässen der benachbarten Alveolen in den interalveolären Septen und somit an der äusseren Oberfläche der Alveolarwand ein im Allgemeinen rundlich-ovales Maschennetz bilden, das sich besonders durch Maschendichte und Regelmässigkeit in der Anordnung auszeichnet. (Fig. 293.)

Freilich treten darin gewisse Differenzen derart hervor, dass bei Thieren mit grosser Lungenoberfläche (Pferd) die Capillarnetze weiter zu sein und eine nicht ganz so grosse Fläche zu bedecken scheinen als bei Thieren mit relativ kleinerer Lungenoberfläche (Rind, Schwein, auch Hund). So erhält man beim Pferd, dessen Capillaren bei mässiger Füllung ca. 7,5 μ Breite und dessen Maschen ca. 18,5/15 μ weit sind, den Eindruck, als wenn nur etwa die Hälfte bis höchstens zwei Drittel der ganzen Oberfläche von dem Capillarsystem eingenommen würden; dagegen dürften beim Rinde, Schweine und Hunde, deren Capillargefässbreite ca. 7,5 μ resp. 6,2 μ und

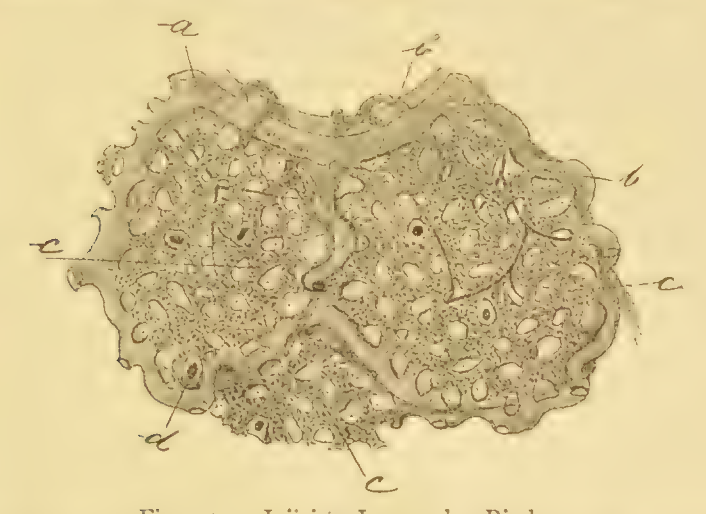


Fig. 293. Injicirte Lunge des Rindes.
a) eine Interlobulararterie, *b*) Interalveolararterien, *c*) respiratorisches Capillarnetz der Lunge, *d*) Kerne der mit den Maschen dieses Netzes sich deckenden Lungenepithelien.

5 μ und deren Maschenweite im Mittel ungefähr 10/5 μ resp. 7/5 μ und 5/4 μ beträgt, drei Viertel bis selbst vier Fünftel der ganzen Lungenoberfläche den Capillarnetzen zufallen. Es ist selbstverständlich, dass die Maschenweite durch Füllung und Lungenausdehnung beeinflusst wird; so zeigen stark gefüllte Partien der Pferdelunge bei einer Capillarbreite von ca. 13,6 μ eine Maschenweite von 9/15 μ.

Den histologischen Aufbau der Lungengefässe anlangend, so können principielle Verschiedenheiten gegenüber anderen Gefässen nicht wahrgenommen werden. Dagegen sind in der Anordnung und Menge der Elemente gewisse Abweichungen allerdings nachweisbar. Zunächst ist entsprechend der geringeren Differenz in den Blutdruckverhältnissen des »kleinen Kreislaufes« auch die Differenz der Wanddicke zwischen Arterien und Venen nicht so hervorragend, wie in anderen Organen; es erklärt sich dies daraus, dass deren Unterscheidung in der That manchmal mit gewissen Schwierigkeiten verbunden ist. Dann wies Piana*) darauf hin, dass zwar beim Pferde

*) P. Piana, osservazioni comparative intorno alla struttura delle ultime diramazioni delle arterie pulmonari. Accad. d. Sc. dell'Istituto di Bologna. Memor. IV. Ser. T. I. 1880.

und den Fleischfressern die Aeste der Pulmonalarterie continuirliche Röhren bildeten, dass dagegen bei den Wiederkäuern die Muskulatur an derselben intermittirende Ringe herstelle, welche durch feine, spiralig die Arterienaste umziehende Bandzüge fixirt würden — eine Einrichtung, die wegen ihrer die Blutströmung verzögernden Wirkung auch für etwaige Thrombenbildung Bedeutung erlangen soll. Endlich sei hier noch an jene bereits oben (cfr. pag. 462) erwähnte Einlagerung circulär verlaufender Herzmuskelfasern in die Adventitia der Lungenvenenwurzeln erinnert, die jedoch bei unseren Thieren den Lungenhilus nicht überschreitet.

Die Ernährungsgefässe der Lunge beschränken sich, wie oben angedeutet, im Wesentlichen auf die Bronchien und das Gerüst der Lunge nebst deren grösseren Gefässstämmen. Die den Rami bronchiales der Art. broncho-oesophagea entstammenden Ramificationen laufen von der Radix pulmonis aus in dem peribronchialen Gewebe gemeinsam mit den Bronchien bis fast zu deren Endverzweigungen hin und geben dabei ihre Aeste und Zweige für die einzelnen Wandschichten, wie auch für das interstitielle und subseröse Gewebe, sowie die Vasa vasorum für die Stämme des functionellen Gefässsystems der Lunge ab. Die Ernährungsgefässe der Luftröhrenäste bilden in deren Wandungen ein der Faserhaut und den tieferen Schichten der Mucosa angehöriges, longitudinalgestelltes Maschennetz gröberer Stämme, aus welchem sich einerseits Zweige für die Muskelschicht, sowie die tieferen Drüsen, andererseits solche für die oberflächlichen Schleimhautlagen absondern, die dortselbst ein aus rundlichen und polygonalen Maschen bestehendes, subepitheliales Netzwerk bilden. Aus diesen Netzen entwickeln sich nun die die grösseren Bronchialvenen componirenden Aeste, welche zum grösseren Theile in die Ven. azygos einmünden; ein anderer Theil derselben, insbesondere die aus dem Vorderlappen stammenden, sowie ein Theil der subpleuralen Venen führen dagegen nach Zuckerkandl in die Pulmonalvenen selbst und deren arteriellem Blute somit auch direct venöses zu. In ähnlicher Weise finden sich nach demselben und anderen Autoren auch Anastomosen zwischen den Bronchial- und den Pulmonalarterien vor, welche einen Theil des arteriellen Blutes jener direct in das respiratorische Capillarnetz übertreten lassen. Für die intralobulären Bronchien konnten eigene Ernährungsgefässe von Zuckerkandl etc. nicht nachgewiesen werden, es dürfte somit die Pulmonalis die Vascularisation derselben übernehmen.

Die Lymphgefässe der Lunge sind aus einem oberflächlichen und einem tiefen Netzwerk zusammengefügt. Das erstere wird von innerhalb (Klein) und unter der Pleura gelegenen Gängen gebildet, welche durch die oben erwähnten Stomata mit dem Cavum pleurae und andererseits mit dem parenchymatösen Lymphgefässnetze in Verbindung stehen, wie dies auch die Füllung desselben durch subpleurale Einstich-Injection zur Genüge demonstrirt. Dieses tiefe Lymphgefässnetz selbst wurzelt in den Alveolenwandungen, dem Lungengerüst und den luft- und blutleitenden Theilen des Organes. Freie Communicationsöffnungen sollen (Sikorsky) von den Alveolen in lacunäre, zwischen den Maschen des Capillarnetzes gelegene wandungslose Gänge (Wywodzoff) führen. Von

ihnen treten makroskopisch als sehr zarte, die äussere Oberfläche der Lobuli umspinnende Canalsysteme sichtbare Bahnen zu den auch die feinsten Lymphgänge der Bronchien aufnehmenden und, wie erwähnt, von continuirlichen Endothelhäutchen umscheideten, weiten, sinuösen Saftcanälen des interstitiellen Gewebes und zu perivasculären Lymphscheiden. Von diesen ziehen dann grössere und klappenführende Lymphgefässe, die Bronchien begleitend, zur Lungenwurzel, woselbst sie unter Zusammenfluss mit einem Theile der Abzugscanäle des oberflächlichen Gefässnetzes in die Bronchiallymphdrüsen eintreten. Klein und Arnold vindiciren, und das wohl mit Recht, diesen Lymphgefässen gewisse Beziehungen zu den erwähnten follikulären Anhäufungen im interstitiellen Gewebe der Lunge.

Von den Nerven der Lunge ist zur Zeit nur wenig Thatsächliches bekannt. Dieselben, den vom Sympathicus und Vagus gebildeten Plexus pulmonales entstammend, treten als markhaltige und marklose Fasern zu gröberen und feineren Bündeln vereint in das Organ, verzweigen sich hauptsächlich mit den Aesten des Bronchialbaumes in der Lunge, sowohl in ihren gröberen, auf den Bronchien verlaufenden als in ihren feineren interlobulären Verzweigungen mit Ganglien besetzt (Remak, Schiff). Es ist wohl zweifellos, dass sie zu den muskulösen Elementen der Lunge, wie auch zur Bronchialschleimhaut (Epithelzellen?) in bestimmte Beziehungen treten.

Anhang. Die **Schilddrüse.** Das in seiner Bedeutung so räthselhafte Organ ist aus entwickelungsgeschichtlichen Gründen als eine »wahre Drüse ohne Ausführungsgang« aufzufassen. Es entsteht von dem Epithel der wahrscheinlich zweiten und vierten (Born) Kiemenspalten als paarig (Wölfler, Stieda) resp. dreifach veranlagte (Born) Einstülpung des Mundhöhlenbodens und der seitlichen Schlundwand. Die anfangs mit diesen Organen communicirenden Lumina derselben schnüren sich später ab, bilden somit zwei resp. drei geschlossene Epithelblasen, welche von ihrer Peripherie cylindrische Fortsätze epithelialen Charakters entsenden, zwischen denen die folgende vom Mesoblast ausgehende Vascularisation cavernöse Bluträume entstehen lässt. Dadurch werden unter Zusammenfluss der seitlichen Anlagen mit der mittleren die noch zusammenhängenden »primitiven Drüsenblasen« zerklüftet und in isolirte Zellen und Zellengruppen der verschiedensten Formen zerspalten. Unter Rückbildung der Bluträume zu gestreckt und netzartig angeordneten Gefässen und Umwandlung der Zellstränge in kugelige oder ovale, sich aushöhlende Drüsenblasen, sowie des ursprünglich unentwickelten Zwischengewebes in das bindegewebige Gerüst erhält die Drüse ihre definitive Structur, deren Eigenthümlichkeiten sich aus dieser kurzen Schilderung des Entwickelungsganges erklären lassen.

Die definitive Thyreoidea ist von einer äusseren bindegewebigen Kapsel locker umhüllt und besteht selbst aus einem von starken Gefässen und Nerven durchzogenen, bindegewebigen Gerüst, das ein von rundlichen und sphärischen Hohlräumen durchsetztes Maschenwerk bildet, in welchem die geschlossenen Drüsenbläschen Aufnahme finden.

Die Drüsenhülle ist eine fibrillär-elastische, aus geschwungenen,

einander in verschiedenen Richtungen durchsetzenden Bündeln und Bälkchen bestehende Membran, welche durch locker bindegewebige, oft von Fett durchwebte Massen mit dem Gerüstwerk in Verbindung steht. Das letztere selbst scheidet häufig mit stärkeren Balken und Lamellen grössere Segmente ab, welche durch feinere, ästig sich verbindende Züge d. s. schmale interacinäre, die Capillaren tragende Bindegewebsstränge in kleinere Räume zerlegt werden. Das diese letzteren erfüllende

Drüsenparenchym besteht aus kugeligen oder ovoiden Bläschen, Drüsenacinis oder Follikeln. Es sind das in ihrer ersten Entwickelung verschieden gestaltete Zellen und Zellengruppen, welche, allmählich zu blasenförmigen Gebilden sich umwandelnd, schliesslich mehr oder weniger umfangreiche Blasen darstellen, die eine colloide Substanz einschliessen. Einzelne Zellen treten in Form rundlicher ca 9—11 μ grosser Gebilde mit kugeligem Kern auf, welche in ein retikulär eingerichtetes Netzgerüst eingelagert sind; die Zellengruppen erscheinen als rundliche oder polygonale Protoplasmahaufen, die eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Kernen führen und oft schon eine Scheidung in eine entsprechende Zahl von Einzelzellen zeigen. Beide Entwickelungsstufen fehlen als jugendliche dem älteren Thiere oder überhaupt während des postembryonalen Lebens häufig ganz. Die Drüsenacini endlich sind zum grossen Theil sphärische oder ovoide Blasen von beim Pferde 50—400 μ, beim Rinde 35—200 μ, beim Schweine 55—500 μ Durchmesser. Sie setzen sich aus einer von dem Gerüstwerke durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen deutlich abgesetzten, sehr zarten, hyalinen Haut und einer dieser anliegenden epithelialen Wandbekleidung zusammen. Die letztere besteht aus einem einschichtigen, cylindrischen, beim Pferde häufig körnig-bräunlich pigmentirten Epithelium, das bei diesem Thiere mehr cubische Formen (Höhe ca. 11,0—12,3 μ), beim Rinde und Schweine mehr kegelförmige Gestalt (Höhe ca. 16—37 μ resp. 16—18,5 μ) zeigt und namentlich beim Rinde mit umgebogenem, sich dachziegelartig unter die Nachbarzelle hineinschiebendem Fusse ausgestattet ist. Die Erscheinungsweise der Epithelien ist in Folge der productiven Thätigkeit derselben eine wechselnde, sehr häufig. ganz besonders im höheren Alter, zeigen sie nicht mehr jene regelmässig cylindrischen oder cubischen Formen, sondern sind bauchig oder blasig aufgetrieben, vollkommen hyalin, ihr Kern ist an die Peripherie verdrängt, abgeplattet. Zwischen den Epithelien beobachtet man ferner vielfach seitlich comprimirte Kerne, die bald in der Tiefe, bald ganz oberflächlich sitzen und im letzteren Falle die Epithelien

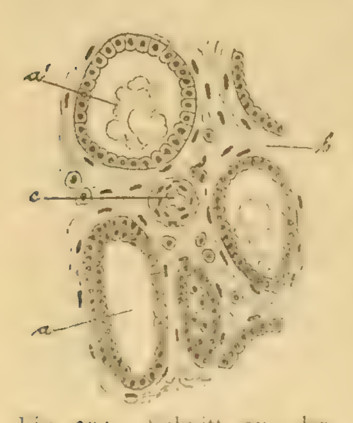


Fig. 204. Schnitt aus der Schilddrüse des Fohlen. *a*) Follikel, in *a'* mit Colloidsubstanz gefüllt, *b*) interstitielles Bindegewebe, *c*) kleine Arterie.

seitwärts verschiebend wieder die runde Form erlangen; sie gehören den zwischen den Epithelien sich hindurchdrängenden Lymphoidzellen an, die sich wohl ebenso wie die Auskleidungszellen selbst an der Bildung des Blaseninhaltes betheiligen. Nach Baber sollen diese Rolle freilich farbige Blutzellen übernehmen; ich konnte solche niemals zwischen oder in den Epithelien wahrnehmen, selbst auch dort nicht, wo der Drüseninhalt durch Eosin stark gefärbt wird. Dieser letztere — nur im jugendlichen Entwickelungsstadium sind die Drüsenblasen leer — besteht aus einer entweder schwach körnig-griesigen oder rein homogenen zähflüssigen Masse, welche häufig in Klumpen und Drusen agglomerirt erscheint; man bezeichnet sie allgemein als Colloid und findet sie immer ganz homogen, mit grosser Eosinophilie behaftet.

Die Form und Grösse der Blasen ist nicht immer die geschilderte, häufig erscheinen sie langgezogen oder verschoben polyedrisch, häufig aus mehreren zusammengeflossen, somit buchtig und nur unvollkommen von einander geschieden; besonders im Jugendalter sind sie noch nicht alle isolirt; in der Regel sind sie in der Mitte der Drüse umfangreicher, an der Peripherie kleiner und platter. Die obigen Zahlen für ihre Grösse beziehen sich deshalb nur auf die regelrechten Drüsenblasen.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Schilddrüse in sehr kräftiger Entwickelung und bedeutender Menge veranlagt, durchsetzen die grösseren und kleineren Dissepimente und senden ihre feinsten Verzweigungen in das interacinäre Gerüst, um sich dort in die Blasen mit rundlichen Maschennetzen umspinnenden Capillaren aufzulösen, aus denen die dünnwandigen Venen zurückströmen. Die Lymphgefässe entstehen ebenfalls von Netzen und Bogengängen, welche die Drüsenblasen umgeben (Frey, Peremeschko, Cresswell), und ziehen mit allmählich an Grosse zunehmenden Stämmchen durch das interstitielle Gewebe zur Oberfläche des Organs, woselbst sie nochmals ein in der tieferen Kapselschicht gelegenes Netz bilden, aus dem die abführenden Stämme zu den Gland. cervical. sup. führen. — Die Nerven stammen vom Sympathicus, begleiten oft in reicher Menge die Blutgefässe, versehen sich zuweilen noch mit Ganglienzellen und Ganglien-gruppen und verlieren sich schliesslich im Gerüste der Drüse; über ihre letzte Endigung ist noch nichts bekannt.

Die von verschiedenen Autoren unter verschiedenen Namen (Gland. suprahyoidea, Zuckerkandl; Gland. parathyreoidea, Sandström etc.) beschriebenen accessorischen Drüsenbildungen der Thyreoidea schliessen sich in ihrem Baue der Thyreoidea direkt an. Sie bieten bald nur eine Erscheinungsweise, bald verschiedene Stufen in der Entwickelung der Follikel etc. dar.

Die Sinnesorgane.

Einleitung.

Unter Sinnesorganen verstehen wir gewisse periphere Endapparate von sensiblen Nerven mit centralem Erfolgsorgan. Sie sind durch bestimmte äussere Reize specifisch erregbar. Ihre Erregung wird durch die Sinnesnerven zum Centralorgane hingeleitet. In Folge dessen kommt in diesem eine specifische Sinnesempfindung zu Stande.

Allgemeines über den Bau der Sinnesorgane. Die Sinnesorgane bestehen im Principe sämmtlich aus sogen. Neuroepithelien, in oder mit welchen die Fasern der Sinnesnerven enden. Die Neuroepithelzellen sind langgestreckte Gebilde, die senkrecht nebeneinander auf der betr Grundlage stehen und in einer spindelförmigen Anschwellung einen Kern besitzen Ihr basales Ende geht in einen Fortsatz aus, der mit dem Axencylinder einer Sinnesnervenfaser zusammenhängt. Das periphere (freie) Ende ist mit Cuticularbildungen als Anhangsgebilden, z. B. Härchen, Stiftchen, Stäbchen u. dergl. ausgestattet.

Diese Zellen sind in den verschiedenen Sinnesorganen verschieden angeordnet. Entweder stehen sie in grösserer Ausdehnung senkrecht nebeneinander oder sie liegen einzeln oder in Gruppen zwischen gewohnlichen Epithelzellen, sodass jede einzelne Sinneszelle oder jede Gruppe derselben von letzteren in einfacher oder mehrfacher Lage seitlich resp. rundum umgeben wird. Auf diese Weise können besondere korperliche Bildungen zu Stande kommen. Dadurch, dass in den Bau der Sinnesorgane vielfach mesoblastische Bildungen aufgenommen werden und dadurch, dass die Sinnesnerven vor ihrer Endigung noch mehrfache Geflechte bilden, durch Ganglienzellen gehen u. s. w. können Complicationen der an sich einfachen Verhältnisse eintreten. In Folge dessen weist dann das gesammte Sinnesorgan einen oft sehr complicirten Bau auf. Eine Ausnahme von dem geschilderten allgemeinen Typus der Sinnesorgane machen die **Sinnesorgane der Haut.** Sie fügen sich nicht in das geschilderte Schema ein und bestehen nicht aus Neuroepithelien, sondern zeigen vielmehr einen gen. besonderen Bau

Allgemein Genetisches. Die Sinnesorgane entstehen aus der epithelialen Decke des Thierkorpers. Demgemäss liegen sie beim Fotus zur Zeit ihrer Bildung oberflachlich im Epithel, umgeben von gewöhnlichen Epithelzellen. Später findet man sie oft tiefer in das Epithel eingebettet oder in besonderen Einstulpungen des Epithels und der Haut eingelagert. Ein ganz besonderes Verhalten zeigen das Gehörund das Sehorgan. Ersteres liegt zunachst in einer einfachen flachen Einbuchtung und später in einer tieferen Einstülpung der Epidermis, die in das Integument

hineinragt. Die Einstülpung wird allmählich immer tiefer (balken- und flaschenähnlich), und die Sinnesorgane rücken mit den sie umgebenden und begleitenden Epithelzellen immer weiter in das Mesoderm hinein. Schliesslich schnüren sich diese epithelialen Einstülpungen und damit das Sinnesorgan von der Epidermis ab, sodass sie dann frei im Mesoderm liegen, rundum von mesoblastischem Gewebe umgeben.

Einzelne Theile der Augen entstehen ebenso. Das eigentliche Sinnesorgan aber (die Retina) bildet sich nicht direct, sondern mittelbar aus der allgemeinen Decke. Die Retina entsteht nämlich aus dem Gehirn und zwar aus einer Vorstülpung desselben. Das Gehirn selbst ist aber eine epidermoidale Bildung, d. h. es ist aus dem Epiblast entstanden.

Die drei anderen Sinnesorgane, das Geruchs-, Geschmacks- und Tastorgan bleiben mit dem Epithel, aus dem sie sich entwickeln, während des ganzen Lebens mehr oder weniger in Verbindung; nur einzelne Organe des Hautsinnes liegen abgeschnürt im Mesoderm.

Die **Organe des Tastsinnes** (des Druck- und Temperatursinnes) haben ihren Sitz im integumentum commune (und zwar in der Epidermis oder unter derselben in den Papillen oder im übrigen Corium oder in der Unterhaut oder an den Haarwurzeln etc.) und werden darnach Hautsinnesorgane genannt. Sie treten bei den höheren Säugethieren nicht in der Form der echten Neuroepithelzellen auf. Sie werden repräsentirt durch die Endigungen der sensiblen Nerven der Haut. Diese verhalten sich in sehr verschiedener Art und Weise. Sie vermitteln aber alle die Aufnahme von bestimmten Reizen (Druck, Temperatur etc.) und fungiren demnach als Sinnesorgane. Es gehören hierher die Vater-Pacini'schen Körperchen der Haut, die Meissner'schen Tastkörperchen, die Ranvier'schen Tastscheiben, die Merkel'schen Tastzellen, die Krause'schen Endkolben, die knopfförmigen Nervenendigungen im Stratum Malpighi u. s. w. u. s. w. Alle diese Nervenendigungen sind im Allgemeinen S. 221 und im Speciellen S. 441 besprochen worden, sodass nachstehend nur noch die Organe des Geschmacks-, Geruchs-, Gehör- und Gesichtssinnes zu schildern sind.

I. Das Geschmacksorgan.

Von

Dr. J. Csokor,

Professor in Wien.

Die umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand findet sich in chronologischer Reihenfolge in dem Werke »Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane von Dr. G. Schwalbe. 1883«. Erste Lieferung. Seite 46 zusammengestellt; (cf. auch Csokor: Das Geschmacksorgan. Wiener Vierteljahresschrift für Thierheilkunde. Band LXII. Seite 119).

Die Geschmacksorgane gehören den gemischten Sinnesorganen an und enthalten als solche zwei verschiedene Nervenbahnen. Beide Nervenbahnen, der reine Ge-

schmacksnerv und der Tastnerv entspringen aus demselben centralen Theile des Nervensystems, im verlängerten Marke und zwar in jener Furche, welche sich am Grunde der Rautengrube zwischen den Oliven und strickförmigen Korpern hinzieht. Der centrale Theil des Geschmacksorganes liegt in der Ursprungsstelle des Zungenschlundkopfnerven (Nervus Glossopharyngeus) und der reale Ursprung scheint in der Nähe des Vagus-Kernes zu liegen. — Dem leitenden Theile des Geschmacksorganes stehen, entsprechend der zweifachen Verrichtung, zwei Gehirnnerven vor; der eine als specifischer Geschmacksnerv hat in den Fasern und in den Bahnen des Zungenschlundkopfnerven seinen Vertreter, während die Tastempfindung durch die Bahnen des Ramus lingualis Nervi trigemini (Zungenast des dreigetheilten Nerven) einen Vermittler findet.

Der Zungenschlundkopfnerv bildet in seinem Verlaufe mehrere Ganglien (Ganglion jugulare, Ganglion petrosum) und spaltet sich in drei Aeste, von welchen der erste als Zungenast (Ramus lingualis) zum Zungengrund hinzieht, um hier direct in die Schleimhaut, besonders aber in die daselbst vorkommenden umwallten und keulenförmigen Papillen sowie in das je nach der Thiergattung eben vorhandene Mayer'sche Organ einzutreten und dort zu endigen. — Der Zungenast des dreigetheilten Nerven dringt in die Zunge ein, giebt vorher Zweige an die Schleimhaut des Gaumens ab und spaltet sich in seinem weiteren Verlaufe in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast; der hauptsächliche Verlauf beider Endzweige ist gegen die Zungenspitze und gegen den Zungenrand gerichtet, welche dort in der Schleimhaut und in den Gebilden auf derselben ihr Ende erreichen.

Das eigentliche Geschmacksorgan hat seinen Sitz in der Schleimhaut der Maul- und Rachenhöhle, im Ausstrahlungsgebiete des Zungenschlundkopfnerven und im Zungenaste des dreigetheilten Nerven. Das anatomische Organ dieses Ausstrahlungs-Bezirkes ist die Schleimhaut der Maul- und Rachenhöhle, insbesondere aber die Schleimhaut der Zunge und da wieder jene des Zungenrückens. Obwohl heutzutage die Annahme begründet erscheint, dass die Schleimhaut des harten und weichen Gaumens sowie das ganze rückwärtige Gebiet bis zum Kehldeckel als peripheres Geschmacksorgan seine Berechtigung hat, da die genannten Geschmacksnerven nach vielfacher Theilung auch in diese Gebiete eintreten, so finden sich doch in der Schleimhaut der Zunge, insbesondere am Zungengrunde eigenthümlich gestaltete, zellige Endapparate, deren Vorhandensein uns bestimmt, dieses Organ als den hauptsächlichsten Vermittler der Geschmacksempfindung anzusehen. Die in der Zungenschleimhaut angebrachten zelligen Endapparate (Geschmacksknospen) befinden sich wieder nur gruppenweise angeordnet in bestimmten Erhabenheiten und gefalteten Organen der Zunge selbst untergebracht, während das übrige Gebiet freie Nervenendigungen aufweist.

Die Oberfläche der Zungenschleimhaut der Hausthiere, deren Bau bei den Verdauungsorganen besprochen wird, ist mit verschiedenartigen Erhabenheiten und Vertiefungen, selbst mit Furchenbildungen versehen, welche sich wieder verschiedenartig anordnen und in gewissen Abschnitten der Zungenoberfläche anhäufen. Die wichtigsten dieser papillenartigen Gebilde sind:

1. Die fadenförmigen Papillen, auch die kleinen oder die faden-

und haarförmigen Wärzchen (papillae filiformes) genannt. Sie sind nicht mit Geschmacksknospen versehen; sie werden bei der Histologie der Zunge besprochen.

2. Die mittleren, keulen- oder schwammförmigen Wärzchen (papillae clavatae s. fungiformes).

3. Die grossen oder die umwallten — mit einem Walle umgebenen Wärzchen (papillae circumvallatae) und

4. die seitliche Zungendrüse (Brühl), das Mayer'sche Organ (Papilla folliata s. fimbriae linguae).

Die erwähnten Erhabenheiten des Zungenrückens sind nicht im typischen Bilde vorhanden und bieten bei derselben Thiergattung oft mannigfache Uebergänge dar, wie dies insbesondere bei den fadenförmigen Wärzchen der Fall ist, auch finden sich diese Papillen in ihren Formen und in gleicher Zahl nicht bei allen Hausthieren vor, so fehlt dem Rinde, der Ziege und dem Schafe das Mayer'sche Organ, während die Katze ein rudimentäres, die übrigen Hausthiere ein vollkommen ausgebildetes besitzen. Nebstdem finden vielfache Uebergänge statt von den fadenförmigen Wärzchen einerseits in die keulenförmigen Papillen, andererseits in Hornzähne (Katze); ebenso giebt es Uebergänge von den keulenförmigen zu den umwallten Wärzchen.

Histologie des Mayer'schen Organes. Das Mayer'sche Organ, Papilla folliata (fimbriae linguae), wurde in Bezug auf den feineren Bau von Wyss, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1870. S. 237 genauer gewürdigt.

Dieser Forscher lenkte zuerst die Aufmerksamkeit der Histolgen auf die seitlich der Zunge, am hinteren Zungenrande bei den Kaninchen vorkommenden Apparate hin, indem derselbe nachwies, dass in diesem Organe die Endapparate des Geschmacksinnes ihren Sitz haben. Seitdem sind diese Apparate als Mayer'sches Organ der Kaninchen zum eingehenden Studium der Forscher geworden, und alles, was gegenwärtig über das Mayer'sche Organ in den Lehrbüchern enthalten ist, bezieht sich auf jenes der Kaninchen.

Allgemeines. Das Mayer'sche Organ lässt an seiner Oberfläche schon mit freiem Auge, viel besser jedoch mit der Loupe feine, parallel verlaufende Leistchen erkennen, welche durch seichte Vertiefungen getrennt werden. Die Leistchen werden als Geschmacksleisten, die Vertiefungen als Geschmacksfurchen bezeichnet. An einem mikroskopischen Querschnitte präsentiren sich die Geschmacksleisten als kleine regelmässige Erhabenheiten von bindegewebiger Struktur, welche sich gegen die Oberfläche in drei secundäre Leistchen spalten, die am besten mit dem Namen Geschmacksblättchen bezeichnet werden. Die aus fibrillärem, kernreichem Bindegewebe bestehende Geschmacksleiste enthält einen centralen spaltförmigen Raum; derselbe ist mit einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet und erweist sich (O. Drasch) als Lymphraum, entspricht demnach dem Lymphsinus der Geschmacksleiste resp. des Mayer'schen Organes. Nebstdem enthält die Bindegewebsgrundlage der Leiste zahlreiche Blutgefässe, welche schlingenförmige Capillaren gegen den freien Rand

der Leiste und der Geschmacksblättchen abgeben, um sich dann in den am Grunde der Leisten gelegenen, grossen Venenstämmen zu sammeln.

Die Geschmacksleisten und die Geschmacksblättchen besitzen einen ziemlich dicken, mehrfach geschichteten Epithelialüberzug. Dem Bindegewebe der Leiste anliegend sind cubische Zellen vorhanden, welche sich nach oben immer mehr abplatten, um mit einer aus Plattenzellen gebildeten Epithelialmembran abzuschliessen. Die der Geschmacksfurche zugewendete Fläche der Geschmacksleiste zeigt einen etwas voluminöseren Zellenbelag als der freie Rand der Leiste selbst und enthält eigenthümliche, knospenähnliche Zellengebilde (Geschmacksknospen, Geschmacksbecher), welche heutzutage als terminale Geschmacksorgane aufgefasst werden. Die Geschmacksbecher sitzen in dem Epithel der Geschmacksleiste und zwar jener der Geschmacksfurche zugekehrten Fläche, dicht gedrängt, mit der Langenachse in der Weise gelagert, dass dieselbe gegen die Geschmacksfurche gerichtet erscheint.

Specielles. 1. Kaninchen. Bei diesem Thiere besteht das Mayer'sche Organ aus 4—5 Geschmacksleisten, deren Längsrichtung zu jener der Zunge senkrecht verläuft. Jede Geschmacksleiste spaltet sich, wie das vorhin erwähnt wurde, in drei Geschmacksblättchen, und die der Geschmacksfurche zugewendeten Flächen der Leisten enthalten in ihrem Epithel 3—4 übereinander gelagerte Reihen von Geschmacksknospen, welche nur bis zur Mitte der Höhe der Geschmacksleiste reichen und ziemlich dicht gelagert erscheinen.

2. Das Pferd. Das Mayer'sche Organ des Pferdes stellt eine ziemlich grosse, ovale, hervorragende Platte dar; an der Oberfläche sind die Geschmacksleisten

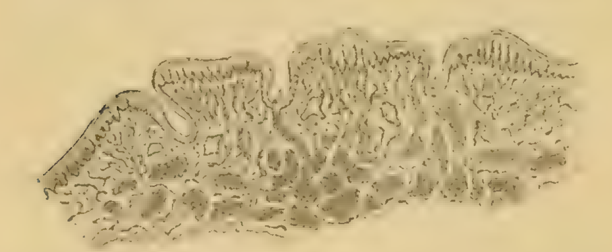


Fig. 295. Querschnitt durch das Mayer'sche Organ des Pferdes.



Fig. 296. Geschmacksfurche aus dem Mayer'schen Organ des Pferdes. Hartnack Ocul. 3. Obj. 4.

und die sie trennenden Geschmacksfurchen deutlich vorhanden; die Zahl derselben ist verschieden, auch stehen sie keineswegs einander parallel, sondern zwischen je zwei Leisten beginnt plötzlich in der Mitte eine dritte, so dass auf einem Querschnitte oft 2—5 Leisten sichtbar werden, welche in Bezug auf ihre Grösse und Form sich verschieden verhalten.

Am Querschnitte des Mayer'schen Organes erscheinen die Geschmacksleisten als ziemlich breite, mit breiter Basis aufsitzende, bindegewebige Hervorragungen; ihr freier Rand ist mit ungemein langen, spitzen, gegen die Geschmacksfurche mit gruppenweise geordneten (zusammengesetzten) Wärzchen bedeckt. Das Gewebe der Leiste stellt ein lockeres, fibrilläres und vielfach verfilztes Bindegewebe dar; mehrere,

oft bis 6 spaltförmige Räume (Lymphsinus) von unregelmässiger Form und ungleicher Grösse liegen nebeneinander und sind demnach durch Bindegewebswände (Septen) geschieden. In vielen Fällen hat es den Anschein, als ob diese Lymphräume communiciren würden. Das Bindegewebe, die Grundlage der Leiste, ist durchaus fibrillärer Natur, mit zahlreichen Kernen versehen und von vielen elastischen Fasern durchsetzt. Gegen jeden Lymphsinus zu wird das Gefüge der Bindegewebsfibrillen viel dichter und stellt schliesslich eine derbe Begrenzung der Spalträume dar. Die Wandung eines jeden Lymphsinus ist von einem einschichtigen Plattenepithel überzogen und im Raume selbst befinden sich zahlreiche Lymphzellen.

An der Grenze zwischen dem freien und seitlichen Rande der Geschmacksleiste, sowie am Grunde der Geschmacksfurche treten die weiten Ausführungsgänge mächtiger, tubuloacinöser Schleimdrüsen hervor, welche sowohl im Gewebe der Leiste als auch im Bindegewebe am Grunde der Geschmacksfurche und der eigentlichen Schleimhaut in mächtigen Lagen vorkommen.

Der freie Rand der Geschmacksleiste ist von einer dicken Epithelialschicht bedeckt; den grössten Durchmesser erreicht sie in der Mitte der Leiste und wölbt dieselbe in Form einer Kuppe hervor. Der ganze freie Rand ist mit langen Papillen bedeckt, welche in die mächtige Epitheliallage hineinreichen Die mittleren Papillen verlaufen vollkommen senkrecht durch die ganze Dicke des Epithels; die seitlichen Papillen dagegen tendiren mit ihren Spitzen gegen die Mitte zu. Während in der Mitte des freien Randes der Geschmacksleiste dornartig gestaltete, einfache Papillen vorkommen, schliessen jederseits zusammengesetzte Papillen den freien Rand der Leiste ab; dieselben entspringen mit einer gemeinsamen breiten Basis, welche sich zuckerhutförmig nach oben verjüngt, und nun strahlen aus derselben 5 – 6 secundäre Papillen plötzlich hervor. Das Bindegewebe sämmtlicher Papillen ist sehr kernreich und es schliessen die zarten Fibrillen kleine, mit einer Epithelialschicht ausgekleidete Spalträume (secundärer Sinus), als Fortsetzung der schon erwähnten Lymphräume im Gewebe der Leiste, ein. Am schönsten präsentiren sich die secundären Lymphräume in den zusammengesetzten, seitlich des freien Leistenraumes aufsitzenden Papillen.

Das Epithel des freien Leistenrandes ist ein geschichtetes Pflasterepithel, in den Papillen und in den Furchen zwischen denselben besteht es aus cubischen, mit grossen Kernen versehenen Zellen. In der mittleren Schicht der Epitheliallage befinden sich grössere, unregelmässig gestaltete Zellen vor; Riffzellen fehlen dem Mayer'schen Organe. Die Grenzschicht nach oben besteht aus Plattenepithel, welches am freien Rande selbst in ein homogenes Epithelialhäutchen umgewandelt erscheint; die Zellencontouren sind geschwunden und nur hie und da rudimentäre Zellenkerne sichtbar. Im Zwischenraume der Papillen des freien Leistenrandes lagern die Epithelialzellen dichtgedrängt und ragen an der Basis des Papillartheiles in Form von Epithelialzapfen in das Bindegewebe vor. Einzelne der Epithelialzapfen, besonders die in dem freien Leistenrande, dringen etwas tiefer in die Schleimhaut vor, so dass es hier den Anschein hat, als ob mehrere Papillen von einer gemeinsamen Basis entspringen würden.

Je zwei Geschmacksleisten bilden mit ihren Seitenrändern die Geschmacksfurche; sie stellt einen am Querschnitte spaltformigen Raum von verschiedener Tiefe vor; an der Basis dieses Spaltes ragt oft eine beginnende Leiste hervor oder aber es stülpt sich der Ausführungsgang einer Drüse hügelförmig heraus, so dass die Geschmacksfurche an der Basis mit zwei kurzen Schenkeln endiget oder besser gesagt, die Geschmacksfurche spaltet sich an der Basis gabelig. Die Epithelialschicht der Seitenwände einer jeden Geschmacksfurche ist etwas dünner als die Epitheliallagen

des freien Leistenrandes und erstreckt sich ziemlich gleichmässig bis zum Grunde der Geschmacksfurche, woselbst die Epitheliallage wieder an Dicke zunimmt. — In dem ganzen Epithel der Geschmacksfurche fehlen die Papillen und an Stelle derselben sind Geschmacksknospen vorhanden. Beim Pferde finden sich nur in den ausgeprägten, typischen Geschmacksfurchen, und da wieder in der Leistenwand die Geschmacksknospen vor. Die letzten Furchen jederseits in dem Mayer'schen Organe besitzen nur an den dem Organe anliegenden Seitenwänden der Geschmacksfurche Schmeckbecher; die durch die Zungenschleimhaut gebildete Begrenzung der letzten Furchen entbehrt in jedem Falle der Geschmacksknospen. Auch in unausgebildet sichtbaren Geschmacksfurchen fehlen die Knospen und sind da durch Papillen ersetzt.

In einer typischen Geschmacksfurche, aus der Mitte des Mayer'schen Organes entnommen, sind am Querschnitte jederseits 7—8 Geschmacksknospen vorhanden, welche nahe am Grunde beginnen und dann etwa $\frac{2}{3}$ der Seitenwände der Geschmacksfurche nach oben zu einnehmen, so dass im letzten oberen Drittheile keine Geschmacksbecher mehr vorkommen. An den knospenfreien Parthien der Geschmacksleisten, also im oberen Drittheile, münden die Ausführungsgänge der zusammengesetzten Schleimdrüsen aus. — Das Bindegewebe, welches unmittelbar an das Epithel der Geschmacksfurche angrenzt, ist fibrillärer Natur und sehr kernreich; theils runde, theils ovale Kerne liegen sehr dicht gedrängt, und es könnte mit Recht für dieses Bindegewebe der Name ›Kernzone‹ gebraucht werden. Die Kerne selbst scheinen nur zum Theile dem Bindegewebe anzugehören, die grössere Anzahl wird dem hier angehäuften Gewebe zuzuzählen sein. Die Begrenzung des Bindegewebes gegen das Epithel ist eine scharfe, es fehlt der Geschmacksfurche der Papillartheil der Schleimhaut in der ganzen Ausdehnung.

3. Das Schwein. Jederseits am Seitenrande des Zungengrundes erstreckt sich das Mayer'sche Organ dieser Thiere als ein rosenrother, längsovaler, etwa 7—8 mm

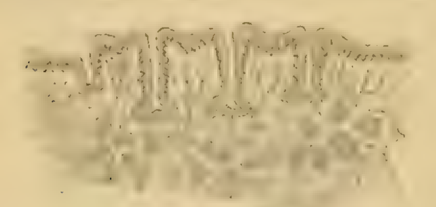


Fig. 297. Querschnitt durch das Mayer'sche Organ des Schweines.

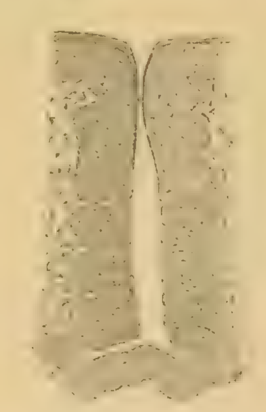


Fig. 298. Geschmacksfurche aus dem Mayer'schen Organe des Schweines.

in der grossen Achse messender Hügel. Die Geschmacksleisten, 3—4—5 an der Zahl, sind senkrecht zum Zungenrande gelagert, verlaufen ziemlich parallel untereinander und sind von sehr schmalen, jedoch tiefen Geschmacksfurchen begrenzt.

An einem mikroskopischen Querschnitte erscheinen die Geschmacksleisten von einer eigenthümlichen, für die Thiergattung charakteristischen Form, indem jede Geschmacksleiste wie mit einem Stiele aufsitzt, da die Basis derselben stark eingeschnürt ist; die Seitenwände verlaufen dann ziemlich gerade und bilden mit dem horizontal verlaufenden freien Rande einen nahezu rechten Winkel. Der Querschnitt der Leiste ist demnach quadratisch und sitzt mit einem dünnen Halse dem Grundgewebe auf. Der obere, freie, horizontal verlaufende Rand besitzt in der Mitte eine seichte Einbuchtung und beide den freien abschliessende Winkel, welche von den Seitenwänden

und dem oberen, freien Rande der Leiste gebildet werden, sind ausgezogen und zwar in der Weise, dass sie wie Geschmacksblättchen aussehen, so dass gesagt werden kann, jede Geschmacksleiste des Schweines besitzt zwei Geschmacksblättchen, ähnlich das Mayer'sche Organ des Kaninchens. Die eben geschilderte Form der Geschmacksleiste gilt nur für die ausgesprochenen mittleren Leisten. — Zwischen je zwei Geschmacksleisten liegen die von ihnen begrenzten Geschmacksfurchen; sie stellen spaltförmige Räume dar, welche sich an der Basis, da eben jede Leiste an dieser Stelle eingeschnürt ist, gabelig spalten, wobei die Aeste der Geschmacksfurche horizontal gestellt sind.

In das sehr kernreiche, fibrilläre Bindegewebe der Leiste ragen vom Grunde aus bis zur Mitte mächtige, zusammengesetzte Schleimdrüsen vor, deren Ausführungsgänge niemals an der Seitenwand, sondern immer am Grunde der Geschmacksfurche ausmünden. Spaltförmige Lymphräume (Lymphsinus) sind mehrere vorhanden und es hat den Anschein, als ob von einem mittleren, grösseren Lymphsinus der Leiste selbst zwei kleinere Lymphspalten in die entsprechenden Geschmacksblättchen auslaufen würden. Der Lymphraum ist von einem einschichtigem Plattenepithel bedeckt und enthält zahlreiche, lymphoide Elemente die sich auch im Bindegewebe der Leiste selbst zu Gruppen vereinigt vorfinden.

Der Epithelialüberzug des freien Randes der Geschmacksleiste ragt in der Mitte in Form eines buchtigen Zapfens hervor und scheidet die Geschmacksblättchen von einander, er ist in der Mitte am mächtigsten und verjüngt sich gegen die Blättchen allmählich. Auf den Blättchen lagert nur ein sehr dünner Epithelialbelag, welcher gegen die Seitenwand der Leiste etwas an Durchmesser zunimmt, um dann plötzlich in der Mitte der Leiste, gerade an der Stelle, wo die Geschmacksknospen eingelagert sind, schmäler zu werden und der als ein sehr dünner Ueberzug auch den Grund der Geschmacksfurche bedeckt. — An dem freien Rande der Geschmacksleiste ragen lange, fadenförmige Wärzchen bis zur Oberfläche des Epithels vor. Einfache kürzere Papillen finden sich auch an den Seitenflächen der Geschmacksleiste bis zu deren Basis vor; in der Geschmacksknospenregion liegen jedoch die Papillen reihenartig hintereinander und alterniren mit ebenso reihenartig gelagerten Geschmacksknospen, so dass man an einem Horizontalschnitte durch die Geschmacksleiste abwechselnd eine Papille und dann einen Geschmacksbecher vorfindet.

Die länglich gestalteten Geschmacksknospen liegen 5 bis 6 über einander in fast regelmässigen Abständen und erstrecken sich von der Basis bis zur Mitte der Geschmacksleiste. Die letzte Geschmacksfurche besitzt nur an der, der letzten Leiste anliegenden Seitenfläche Geschmacksknospen; die von der Schleimhaut der Zunge gebildete Wand der letzten Furche ist becherlos.

4. Der Hund. Am Zungengrunde in der Nähe des Randes befindet sich beiderseits an der Hundezunge je ein Mayer'sches Organ; dasselbe ist länglich oval gestaltet und beträgt im Längendurchmesser 1—1,5 *cm*. Die hügelartige Hervorragung zeigt an der Oberfläche 7—8 Geschmacksleisten und dem entsprechend Geschmacksfurchen. Die Anordnung der Leisten und Furchen ist bei dem Hunde eigenthümlich und für die Thierart charakteristisch. In der Mitte des Organes liegen die Geschmacksfurchen senkrecht zur Längsachse der Zunge und verlaufen vollkommen gerade; die vor und hinter der medialen Leiste gelegenen Geschmacksleisten sind an ihren Enden gegen die Mitte zu gekrümmt, wodurch eine zwiebelartige oder besser eine melonenförmige Lagerung der Geschmacksleisten im Organe resultirt.

Im Querschnitte erscheinen die Geschmacksleisten sehr verschieden, während nämlich die mittleren Geschmacksleisten mit breiter Basis aufsitzen und nahezu quadratisch gestaltet sind, wobei jedoch der freie Rand eine hügelartige Hervorragung

oder aber eine thalartige Vertiefung aufweisen kann, sind die seitlichen Geschmacksleisten von dreieckiger Form und haben somit keinen freien Rand, sondern statt desselben eine Spitze. Von Spalträumen im Gewebe der Leiste, wie sie bei den vorhergehenden Thieren als Lymphräume beschrieben wurden, findet sich beim Hunde nur

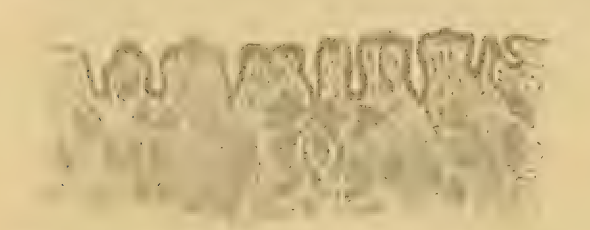


Fig. 299. Querschnitt durch das Mayer'sche Organ des Hundes.

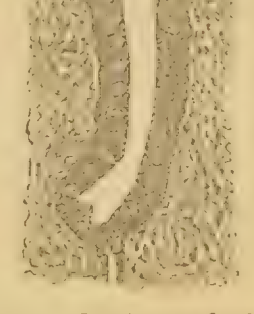
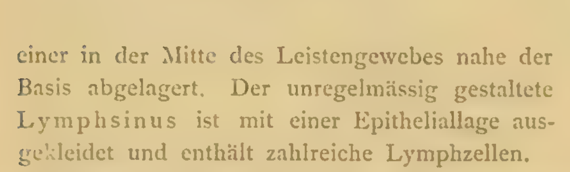


Fig. 300. Geschmacksfurche aus dem Mayer'schen Organ des Hundes.



einer in der Mitte des Leistengewebes nahe der Basis abgelagert. Der unregelmässig gestaltete Lymphsinus ist mit einer Epitheliallage ausgekleidet und enthält zahlreiche Lymphzellen.

Das Grundgewebe der Leiste besteht aus einem kernreichen, fibrillären Bindegewebe, in welchem zahlreiche Heerde lymphoider Elemente in Form von Drüsenelementen und auch als adenoide Substanz angehäuft vorkommen. Ausserdem verlaufen im Gewebe der Leiste sehr weite, vielfach gewundene Ausführungsgänge von Drüsen, einer kleinen Speichel- und einigen Schleimdrüsen; in der Regel sind in einer Leiste zwei bis drei solcher Gänge vorhanden, welche durch die ganze Substanz der Geschmacksleiste nach oben verlaufen, um an deren freiem Rande entweder kuppenförmig oder in einer Vertiefung auszumünder, weshalb auch die wechselnde Gestalt des freien Leistenrandes, in dem einen Falle ein Hügel, in dem anderen eine Vertiefung am freien Rande angetroffen wird.

Das geschichtete Epithel der Geschmacksleisten erweist sich nur am freien Rande der Leiste etwas dicker, an den Seitenwänden und am Grunde der Geschmacksleiste bildet es eine gleichmässige dünne Schicht. Papillen sind am freien Rande der Leisten etwa 4 zugegen, zeigen sich hügelartig gestaltet und ragen nicht durch die ganze Dicke des Epithels, sondern nähern sich der Form nach mehr der Blättchengestalt und besitzen an der Oberfläche hier und da kleine, secundäre, conische Warzchen, welche ebenfalls das Epithel nicht bis zur Oberfläche durchdringen. Die ganze Geschmacksfurche, also der Seitenrand der Leisten mit dem Verbindungsstück, sind papillenfrei.

Die allseitig von einer gleichmässigen Epitheliallage überdeckte Geschmacksfurche enthält in dem Epithel der Seitenwände am Querschnitte 10—12 deutliche Geschmacksknospen, sie füllen den ganzen Raum von dem Verbindungsstücke jederseits längst der Seitenwand bis zum oberen Rand der Geschmacksleiste aus.



Fig. 301. Querschnitt durch das Mayer'sche Organ der Katze.

5. Die Katze. Das rudimentär gebildete Mayer'sche Organ der Katze verdient eigentlich den Namen eines Geschmacksorganes nicht, da der wichtigste Theil desselben, nämlich die Geschmacksknospen, fehlen. Es repräsentirt sich als ein schmaler, weisser, ziemlich

dicker Epithelialstreifen, welcher an der Zungenbasis am Seitenrande in der Länge von 1—1,5 *cm* abgelagert ist. Die Oberfläche dieses Epithelialstreifens ist mit langen, keulen- und hakenförmigen Wärzchen bedeckt und es gestaltet sich demnach der Querschnitt des Organes als ein kammförmiges Gebilde, die Leisten sind in lange Papillen umgewandelt und im Epithel derselben fehlen die Geschmacksknospen.

Histologie der umwallten Papillen. Die umwallten Wärzchen, Papillae circumvallatae s. vallatae stellen verschiedenartige, meist jedoch plane Erhabenheiten der Zungenschleimhaut dar; sie sind mit den weitaus meisten Fasern des Glossopharyngeus versehen. Die plane oder auch etwas seicht deprimirte, auch oft mit Wärzchen versehene Oberfläche liegt im Niveau der Schleimhaut; ein tiefer um die Papille herumziehender Spalt trennt dieselbe von dem umgebenden Theil der Zungenschleimhaut. Die um die Papille herumziehende Vertiefung oder der Spalt wird mit dem Namen »Wallgraben« bezeichnet; die innere Begrenzung desselben stellt die Seitenwand der Papille selbst dar; sie führt den Namen »Geschmacksregion«, während die äussere Grenze des Spaltes durch die anstossende Zungenschleimhaut gebildet wird und den Namen »Ringwall« führt. In der Tiefe des Wallgrabens münden zahlreiche acinöse Drüsen, sogen. seröse oder Eiweissdrüsen nach Ebner aus.

Jedes umwalltes Wärzchen besitzt einen geschichteten Epithelialüberzug, die tiefsten, der Schleimhaut anliegenden Zellen gehören dem cubischen Epithel an, die darauf folgenden Schichten enthalten Zellen, welche sich immer mehr abplatten und schliesslich eine aus Plattenepithel zusammengesetzte Epithelialmembran bilden, welche als eine starre, jedoch dünne Hornplatte das Wärzchen nach aussen begrenzt. In Bezug auf seine Mächtigkeit verhält sich der Epithelialüberzug an den verschiedenen Stellen verschieden, so ist der freie Rand des Wärzchens mit einem dicken Epithelialüberzuge bedacht, während der Seitenrand der Papille die dünnste, der Grund des Wallgrabens und der Ringwall wieder eine dicke Epithelialbedeckung aufweisen. Das Epithel des freien Randes der Papille enthält zahlreiche, einfache, oft aber auch zusammengesetzte Wärzchen, welche bis zur Hornschicht des Epithels reichen. Der Seitenrand der Papille oder die innere Fläche des Wallgrabens besitzt ein geschichtetes Epithel, in welchem die Geschmacksknospen abgelagert sind, hier fehlen die Wärzchen und sind durch terminale Geschmacksapparate ersetzt. Die Anzahl der Geschmacksknospen, welche die innere Wand des Wallgrabens beherbergt, sind durch Zählungen sichergestellt worden und nach diesbezüglichen Angaben und eigenen Untersuchungen beläuft sich die Anzahl der Geschmacksbecher in einer umwallten Papille des Schafes auf 480, der Ziege auf 1300*) und des Rindes auf 1760.

Am Grunde des Wallgrabens und am Ringwall selbst treten wieder theils einfache, theils jedoch zusammengesetzte Papillen in die mäch-

*) Nach eigener Zählung.

tige Epithelialschicht dieser Theile ein und ragen bis zur Hornschicht vor. — Der Epithelialüberzug der umwallten Papille enthält demnach nur dem Seitenrand des Wärzchens oder der inneren Fläche des Wallgrabens entsprechend Geschmacksknospen eingelagert, der übrige Theil beherbergt ziemlich mächtige Papillen.

Das Grundgewebe der umwallten Wärzchen besteht aus einem kurzen, in kleinen Zügen angeordneten, fibrillären, mit elastischen Fasern untermengten Bindegewebe. Zahlreiche kleine Spalten zwischen denselben entsprechen den Lymphräumen.

Die Blutgefässe bilden ein zierliches Capillarnetz mit länglichen, maschenförmigen Schlingen, welches gegen den freien Rand in die Papillen eindringt und dort in central verlaufende Venen übergeht, nach Vereinigung derselben treten grössere Stämme in weite am Grunde und in der Substanz der umwallten Wärzchen gelegene Venen ein.

Die eintretenden Nervenstränge zerfallen sehr bald in einzelne Nervenbündel, welche sich mehr an den Seitenrand der Papille halten und in ihrem Verlaufe durch zahlreiche Ganglien Zuzug von Fasern erhalten; in der Gegend der Becherregion bilden sich mehrfache Nervennetze heraus und von dem letzten treten Fäserchen in das Epithel zu den Knospen und auch zwischen die Epithelialzellen, um dort frei mit knöpfchenartigen Anschwellungen zu endigen.

1. Die umwallten Papillen des Pferdes, in der Regel zwei, in seltenen Fällen deren drei, liegen näher dem Zungengrunde im Zungenmittelstücke an der Zungenoberfläche.

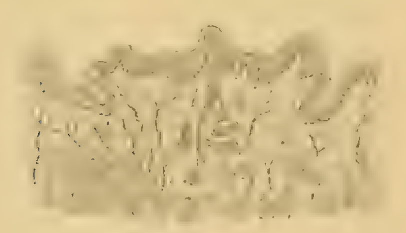


Fig. 302. Umwallte Papille des Pferdes im Querschnitte.

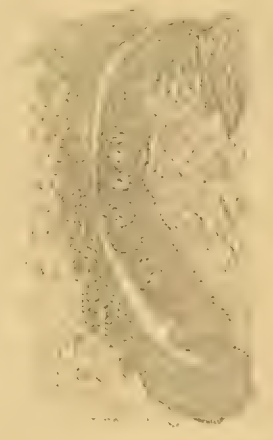


Fig. 303. Schmeckbecherregion einer umwallten Papille des Pferdes.

An einem Querschnitte einer umwallten Papille erscheint der freie Rand, entsprechend seinen hohen, kammartigen Hervorragungen, gewellt; das Epithel bildet eine mächtige Schicht an dieser Stelle und ragt in Form von Zapfen zwischen den Papillen tief in die bindegewebige Grundlage der umwallten Papille hinein. Jeder Epithelialzapfen scheidet die grossen, zusammengesetzten Wärzchen des freien Randes von einander. — Die Wärzchen des freien Randes der umwallten Papille stellen conische, mit breiter Basis aufsitzende, hügelartige Hervorragungen dar; von der Oberfläche derselben erheben sich zahlreiche, nahezu fadenförmige, secundäre Papillen, die durchsetzt bis zur Hornschicht des, die primären Wärzchen gleichmässig überziehenden

Epithels reichen. In der Regel finden sich an einem Querschnitte 6—7 solche zusammengesetzte Wärzchen am freien Rande vor.

Das Epithel des Seitenrandes der umwallten Papille verschmälert sich gegen den Grund des Wallgrabens, an demselben selbst bildet es nur eine dünne Schicht und ist vollkommen Papillenfrei; dagegen finden sich in diesem Epithel zahlreiche Geschmacksknospen in Reihen übereinander gelagert vor; gewöhnlich bis zum oberen Viertheil des Seitenrandes reichend sind 7—12 Geschmacksknospen in regelmässigen Abständen vorhanden. Im oberen Viertheile des Seitenrandes und an dem Uebergange zum freien Rande, treten cylindrisch geformte Wärzchen auf, welche bis zur Epithelialoberfläche vorragen.

Der Wallgraben bildet einen gegen die Basis der Papille geneigten, schmalen Spalt, welcher im Epithel am Grunde und an dem Uebergange zur Seitenwand, weder Papillen noch Geschmacksknospen, aufweist und nur hier und da mündet am Grunde selbst der mächtige Ausführungsgang einer Schleimdrüse in den Spalt hinein. — Der Ringwall besitzt einen ebenso mächtigen Epithelialüberzug wie der freie Papillarrand und enthält zahlreiche, nahezu fadenförmige, bis zur Oberfläche des Epithels vordringende einfache Papillen.

Ein straffes, feinfaseriges Bindegewebe, in Form von Strängen angeordnet, bildet die Grundlage der umwallten Papillen des Pferdes und begrenzt zahlreiche kleine, spaltförmige Räume (Lymphräume), ausserdem aber auch grosse unregelmässige, oft communicirende, vielfach gebuchtete Höhlen, besonders an der Basis der Papille, welche eine bindegewebige Umzäunung aufweisen und rothe Blutkörperchen enthalten. Diese als Bluträume aufzufassenden Höhlen stellen ein cavernöses Gewebe dar und enthalten venöses Blut, da sie mit grossen Venenstämmen in Verbindung treten oder gewissermassen Ausbuchtungen der letzteren (Aneurysma dissecans) darstellen.

Eigenthümlich verhalten sich die Drüsen im Gewebe der umwallten Wärzchen; während gegen den Seitenrand, und zwar der Schmeckregion entsprechend, langgezogene Schleimdrüsenconvolute vorkommen, welche zumeist mit einem oder mehreren Ausführungsgängen an der Basis des Wallgrabens münden, finden sich im Gewebe an der Basis der Papille kleinere Drüsenpackete mit hellen, grossen Secretionszellen und bedeutend grösseren Acini, die sich zu einem grossen, mit geschichtetem Epithel ausgekleideten Ausführungsgange vereinigen, welcher wieder senkrecht durch die Papille nach oben verläuft und am freien Rande der umwallten Papille, mitten an der Oberfläche mit einer trichterförmigen Oeffnung nach aussen mündet. Der eigenthümliche Bau der Drüse, besonders die Secretionszellen und der Ausführungsgang bestimmen mich diese Drüse als eine »Speicheldrüse« anzusprechen.

Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den umwallten Wärzchen des Pferdes bleibt zu erwähnen, dass ziemlich grosse Arterienstämme gegen die Oberfläche ziehen, sich hier in Capillaren auflösen, welche als langgezogene Netze bis in die secundären Papillen der freien Oberfläche des Wärzchens hineindringen, um dann in eine central verlaufende Vene zu münden; mehrere Venenstämme vereinigen sich zu Venennetzen, welche wieder in die geschilderten Bluträume am Grunde der Papillen einmünden resp. sich in das cavernöse Gewebe ergiessen.

Die umwallten Papillen des Rindes, des Schafes und der Ziege stimmen in Bezug auf den Bau vollkommen überein.

Das Grundgewebe der umwallten Papillen besteht aus einem sehr feinen, jedoch ungemein kernreichen Bindegewebe mit hier und da zerstreut liegenden Anhäufungen lymphoider Elemente, oft in Form der adenoiden Substanz. Die Basis der Papille ist in den ausgeprägten Formen schmal und geht in nach aussen gewölbte Seitenwände über, welche wieder in den kugelig gestalteten freien Rand allmählich übergehen.

Neben diesen Formen der umwallten Papillen finden zahlreiche Uebergangsformen statt, welche oft eine breitere Basis und einen schmalen freien Rand besitzen können. Unter der Basis der Papille finden sich Schleimdrüsenconvolute, deren Ausführungsgang in der Tiefe des Wallgrabens ausmünden. Lymphräume in Form kleiner Spalten



Fig. 304. Umwallte doppelte Papille des Schafes im Querschnitt.

Fig. 305. Schmeckbecher-Region einer umwallten Papille des Schafes.

durchziehen als schmale Streifen das Grundgewebe an der Basis nach allen Richtungen. Ein einfaches, mit länglichen Maschen versehenes Capillarnetz ergiesst sich in die central in der Papille gelegene Venen.

Das Epithel überzieht in Form einer mächtigen Schicht die freie Oberfläche der Papille und bildet in der Mitte derselben einen etwas mächtigeren Zapfen, der tiefer in das Papillengewebe eindringt. Am freien Rande sind einfache und gegen den Uebergang in den Seitenrand sind zusammengesetzte Papillen vorhanden. Der papillenfreie Seitenrand ist mit einem sehr dünnen Epithel überzogen, in welchem zahlreiche Geschmacksknospen liegen. In der Regel weist ein Querschnitt aus der umwallten Papille etwa 10 übereinander gelagerte Geschmacksbecher auf. Am Grunde des Wallgrabens befindet sich wieder eine dickere Epithellage vor und es münden daselbst spärliche Schleimdrüsen aus. Der Ringwall besitzt ebenfalls einen sehr dünnen Epithelialüberzug und ist gerade so wie die Schmeckregion vollkommen Papillenfrei. — Sind zwei Papillen von einem gemeinschaftlichen Walle umgeben, so erhebt sich zwischen beiden eine Scheidewand und nur die einander zugekehrten Seitenflächen beider Papillen, also die Geschmacksregionen enthalten Schmeckbecher, während die Scheidewand selbst in ihren Seitenflächen eine dünne Epitheliallage aufweist, Papillenfrei ist und gewöhnlich die Ausführungsgänge grösserer Schleimdrüsen enthält.

Die umwallten Papillen des Schweines, zwei bis drei an der Zahl, liegen ebenso wie bei dem Pferde. An einem Querschnitte presentirt sich das Grundgewebe der umwallten Papille als aus grobmaschigem Bindegewebe bestehend, welches in kurzen Zügen angeordnet, sich vielfach kreuzt und demnach eine maschenartige Structur aufweist; die Anordnung ist in der Mitte der Papille am dichtesten und bildet hier ein förmliches Filzwerk. Die Basis ist sehr schmal, während die Seitenwände (Geschmacksregionen) abgerundet erscheinen und in den etwas hervorgewölbten, freien Papillenrand übergehen. Zwischen den mit reichlichen elastischen Elementen ausgestatteten Bindegewebszügen der Grundlage der Papille, verlaufen die Arterien und Venen und es schliessen sich denselben noch Lymphräume an.

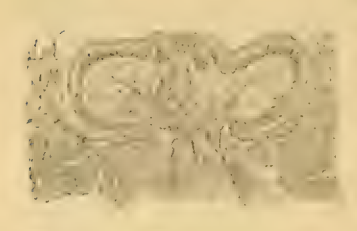


Fig. 306. Umwallte Papille des Schweines im Querschnitt.

wie dieselben bei den anderen Thieren beschrieben wurden. Nur in den tieferen Parthien der Papillen kommen beim Schweine Drüsen, und zwar Schleimdrüsen vor. In der Geschmacksregion erscheint das Bindegewebe viel zarter und feiner und weist zahlreiche dichtgedrängte Kerne auf, welche deshalb als »kernreiche Geschmackszone« bezeichnet werden kann und die Grundlage der Geschmacksregion bildet.

Entsprechend der Configuration der Papille ist der Wallgraben im Querschnitt als ein jederseits gegen die Basis sich neigender, sichelförmig gestalteter Spalt sichtbar, dessen Spitze abgerundet an der Papillenbasis endigt. Der Ringwall steht nahezu in demselben Niveau mit dem freien Rande der Papille, und unter der Basis des Ringwalles sind zahlreiche Drüsenconvolute eingelagert, die sich als wahre, zusammengesetzte Schleimdrüsen erkennen lassen und mit ihren mächtigen Ausführungsgängen in den Ringwall selbst einmünden.

Der freie Papillenrand des umwallten Wärzchens weist eine mächtige Epithelialschicht auf, welches wieder so wie beim Rinde einen grossen, buchtigen, in die Tiefe dringenden und in der Mitte gelegenen Epithelialzapfen bildet. Aus dem Grundgewebe des Wärzchens ragen in dieses mächtige Epithel durchwegs zusammengesetzte Papillen von conischer Gestalt bis zur Oberfläche vor; dieselben sind in der Mitte des freien Randes und zwar neben den beschriebenen Epithelialzapfen am mächtigsten und nehmen gegen den Seitenrand an Grosse ab. — Die Epithelialschicht der Schmeckregion ist bei weitem eine geringere als jene des freien Randes, in derselben kommen auch Papillen vor, welche jedoch in der eigentlichen Geschmacksregion mit Geschmacksbechern abwechseln und zwar so, dass auf eine Papillenreihe eine Becherreihe u. s. f. folgt.

Die eigentliche Geschmacksbecherregion erstreckt sich nicht auf den ganzen Seitenrand der Papille, sondern beginnt etwas über den Grund des Wallgrabens und reicht bis über zwei Drittheile des Seitenrandes, woselbst die Geschmacksbecher scharf begrenzt endigen. Die 12—14 Geschmacksbecher, im Querschnitte übereinander gelagert, sind so dicht gedrängt, dass sie sich berühren; von spindelförmiger Gestalt erstrecken sie sich durch die ganze Dicke des Epithels und scheinen dem Bindegewebe der Geschmackszone direct aufzusitzen. Nach Schwalbe kommen auch an der freien Oberfläche der umwallten Papille Geschmacksknospen vor und sollen sich an jenen Stellen befinden, welche wie eine aufgesetzte Papilla fungiformis aussehen.

Die umwallten Papillen des Hundes, in der Zahl von 4—6, besitzen ein sehr feinfaseriges Bindegewebe, welches in Form eines feinen Filzwerkes Gefäss- und Lymphräume einschliesst; besonders erstere geben dem Grundgewebe die Bedeutung eines cavernösen Gewebes. Sonst ein sehr derbfaseriges Gewebe, wird dasselbe gegen die Geschmacksregion etwas durchsichtiger, die Contouren der Fasern schwinden immer mehr und mehr und zahlreiche Kerne treten in der lichter gewordenen Grundsubstanz auf. Der Form nach erscheint die umwallte Papille an der Basis eingeschnürt, die Seitenwände treten nach aussen hervorgewölbt bis über das Niveau der Zungenschleimhaut hervor, und der ziemlich gerade verlaufende, freie Papillarrand zeigt 1—2 sehr tiefe bis unter die Mitte der Papille reichende Einschnitte. — Der Wallgraben stellt jederseits einen sichelformig gebogenen Spalt dar, welcher am Grunde der Papille abgerundet endigt. Der Ringwall reicht nicht bis zur Hohe des freien Papillarrandes, führt ein sehr kernreiches Bindegewebe und enthält die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen.

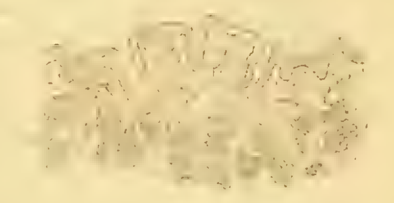


Fig. 307. Umwallte Papille des Hundes im Querschnitt.

Das Epithel des freien Papillarrandes überzieht als eine dünne Schicht die Oberfläche des Wärzchens und folgt auch den spaltförmigen Vertiefungen, nur hier und da eine etwas verdickte Stelle aufweisend. Eigentliche Papillen fehlen dem freien Rande, nur stellenweise erheben sich kleine conische Hügelchen. Der Seitenrand weist ebenfalls einen womöglich noch dünneren Epithelialüberzug auf; auch die Seitenwand besitzt kleine Einbuchtungen und hier und da ein etwas dickeres Epithel, welches in Form von kleinen Epithelialzapfen in das kernreiche Grundgewebe der umwallten Papille hineinragt. Die Geschmacksregion der umwallten Papille des Hundes ist sehr klein, sie beginnt nahezu am Grunde des Wallgrabens und erstreckt sich nicht vollkommen bis zur Mitte der Seitenwand; die dichtgedrängten Geschmacksknospen, 12—14 an der Zahl, berühren sich im Querschnitt gegenseitig und füllen die eigentliche Geschmacksregion aus.

Die umwallten Papillen der Katze, 6 an der Zahl, haben einen gleichmässigen epithelialen Ueberzug, der hier und da eine fadenförmig gestaltete Papille beherbergt. Eine eigentliche Geschmacksregion ist nur in einzelnen umwallten Papillen und zwar speciell an den grösseren, und da wieder nur an einzelnen Stellen vorhanden. Sie findet sich nahe dem Grunde des Wallgrabens und enthält im Querschnitt 2—3 ziemlich grosse Geschmacksbecher. In den Wallgraben selbst münden zahlreiche Ausführungsgänge der mächtigen, unter den umwallten Papillen gelegenen Schleimdrüsen aus. Die Bindegewebsgrundlage der umwallten Papille verhält sich so wie jene des Hundes.



Fig. 308. Umwallte Papille der Katze im Querschnitt.

Histologie der keulenförmigen Papillen. Das Grundgewebe der keulenförmigen Papillen, die oft schon an einer und derselben Zunge Verschiedenheiten darbieten und auch bei den verschieden Haussäugethieren typische Unterschiede erkennen lassen, wird von einem sehr kernreichen, zarten Bindegewebe gebildet, welches an der Oberfläche mit zahlreichen secundären Papillen bedeckt ist; sowohl die Seitenwand als auch die freie Oberfläche trägt kurze, spitze Papillen und verleiht dem Ganzen ein knospenförmiges Aussehen. An der Basis tritt eine grössere Arterie ein, welche baumzweigartig bis zu den secundären Papillen vordringt und daselbst ein Capillarnetz in jede Papille hineinsendet, welches sich in eine centrale Vene vereinigt, die wieder in grössere Venenstämme an der Basis der keulenförmigen Papille einmünden.



Fig. 309. Keulenförmige Papille der Ziege im Querschnitt.

Das Epithel bildet an der ganzen Oberfläche einen nahezu gleichmässig dicken Ueberzug und besteht in den tieferen Schichten aus cubischen, mit sehr grossen Kernen versehenen Zellen, welche in einer Lage alle durch die secundären Papillen gebildeten Berge und Thaler gleichmässig ausfüllen; auf diese Lage folgen gewöhnliche, polygonale Zellen, welche sich gegen die Oberfläche allmählich abplatten und in eine ziemlich dicke Epithelialmembran (Stratum corneum) übergehen.

Im Epithel der Kuppe der keulenförmigen Papillen finden sich die Geschmacksbecher angeordnet, jedoch nicht überall in gleicher Zahl und in gleicher Menge. Zuunächst sind es die an der Zungenspitze vorkommenden Papillen, welche fast sämmtlich mit Geschmacksbechern ausgestattet sind; am Querschnitt trifft man im Epithel der Kuppe der keulenförmigen Papillen 1—5, die ganze Dicke des Epithels einnehmende Geschmacksbecher an, welche jenen in dem Mayer'schen Organe und in den umwallten Papillen vollkommen gleichen. Werden die keulenförmigen Papillen geköpft d. h. in Horizontalschnitte zerlegt, so ist die Anordnung der Geschmacksbecher deutlich zu sehen und man bemerkt oft 8—10 Geschmacksknospen, welche um eine mittlere grosse Geschmacksknospe im Kreise herumgelagert sind, die Anordnung ist deshalb eine rosettenförmige. In manchen Fällen kamen nur 5 in der Weise angeordnete Geschmacksknospen in der Kuppe der Papille vor.

Die keulenförmigen Papillen des Pferdes besitzen im Epithel des freien, mit zahlreichen, oft zusammengesetzten Papillen versehenen Randes und zwar in der Mitte desselben spärliche Geschmacksbecher.

Die keulenförmigen Papillen des Rindes besitzen, und zwar besonders die an der Zungenspitze vorkommenden, rosettenformig angeordnete Geschmacksbecher im Epithel des freien Randes.

Die keulenförmigen Papillen des Schafes. Im Epithel derselben finden sich rundovale Geschmacksknospen in grosser Menge an der Kuppe vor, welche viel durchscheinender sind als das übrige Epithel und von Letzterem sich sehr schön abheben.

Die keulenförmigen Papillen der Ziege. Im Epithel des freien Randes kommen zahlreiche Geschmacksknospen vor, welche nahezu den ganzen freien Rand einnehmen, an Querschnitten findet man deren oft 7—8 über den freien Rand gleichmässig vertheilt. Ueberhaupt muss die Ziege in Bezug auf den Reichthum an Geschmacksbechern, besonders in den keulenformigen Papillen der Zungenspitze, als der Gourmand der Haussäugethiere betrachtet werden.

Die keulenförmigen Papillen des Schweines. Fast alle keulenförmigen Papillen der Zungenspitze enthalten im Epithel des freien Randes mehrere Geschmacksknospen, wieder nur im mittleren Theile; auf einem Querschnitte trifft man oft 4 bis 5 Geschmacksbecher in den Epithelialzapfen zwischen den secundären Papillen eingebettet.

Die keulenförmigen Papillen des Hundes. Verhältnissmässig grosse Geschmacksknospen nehmen dichtgedrängt die ganze Oberfläche der keulenförmigen Papillen ein; es scheint, dass bei den Hunden die spärlichen, in den umwallten Papillen vorkommenden Geschmacksbecher durch ein reichliches Vorhandensein der keulenartigen Papillen ihren Ersatz finden und demnach bei den Hunden die keulenförmigen Wärzchen als Geschmacksorgane mehr in den Vordergrund treten.

Die keulenformigen Papillen der Katze. Das ganze Epithel wird von ungemein grossen, sich beruhrenden Geschmacksknospen ausgefüllt, welche sogar etwas in das Gewebe der Papille hineinreichen und durch die schmalen, spaltförmigen Zwischenräume am Grunde gewissermassen freie Papillen vortauschen. Bei der Katze sind somit die keulenformigen Wärzchen noch in einem höheren Grade, wie bei den Hunden als die geschmackvermittelnden Organe anzusehen, da wegen des Mangels eines Mayer'schen Organes die keulenförmigen Papillen vicariirend eintreten müssen.

Der feinere Bau der Geschmacksknospen. Die bisher öfters citirten zelligen Endapparate des Geschmacksorganes, welche unter den Namen: Geschmacksbecher, Endknospen, (Merkel); Schmeckbecher, (Schwalbe); Geschmackszwiebeln, (Sovia); Epithelialknospen, (Krause); Epithelialbecher, (Ranvier); Geschmackskolben, (Henle) und auch Geschmacksblasen, (Letzerich) in den verschiedenen Lehrbüchern figuriren, sind bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der Klasse der Vögel vorgefunden worden; als becherförmige Organe beschrieb sie zuerst Leydig in der Haut der Knochenfische. Die Bedeutung als Sinnesorgane und speciell als Geschmacksorgane hebt zuerst F. E. Schulze hervor, da er in diesen Bechern zwei Zellenarten constatirte, von denen er die einen als gewohnliche Cylinderzellen, die anderen jedoch als Sinneszellen mit einem peripheren, stärkeren und einen centralen, fadenförmigen Fortsatz beschrieb.

Von der Besprechung der Fundorte und der Bedeutung der becherartigen Organe der Wirbelthiere überhaupt, muss aus Raummangel hier abgesehen werden. Bei den Säugethieren wurden zuerst in dem Mayer'schen Organe des Schweines die Geschmacksbecher constatirt (Schwalbe), später sind die Becher bei allen Thieren der Säugethierklasse vorgefunden worden. Die Haussäugethiere enthalten nervöse Geschmacksendapparate an verschiedenen Stellen der Maulschleimhaut und als bestimmte Fundorte sind angegeben:

1. Das Mayer'sche Organ jener Haussäugethiere, welche ein derartiges, jedoch vollkommen ausgebildetes besitzen, und das sind das Pferd, das Schwein und der Hund.
2. Der Wallgraben der umwallten Papillen und zwar in der der Papille anliegenden Fläche nur bei den Nagethieren und auch, obwohl selten, bei dem Hunde, sind im Ringwall bei ersteren, sehr viel bei letzteren vereinzelte Geschmacksbecher zu treffen. Auch an der freien Oberfläche der umwallten Papillen, so beim Schweine, wurden Schmeckbecher vorgefunden.
3. Am freien Rande der keulenförmigen Wärzchen (Loven, Letzerich), besonders jener der Zungenspitze vom Schaf und von der Ziege (Csokor), woselbst die Schmeckbecher rosettenförmig angeordnet die Mitte des freien Randes einnehmen.
4. Zerstreut in der Schleimhaut des weichen Gaumens an der hinteren Fläche der Epiglottis (Verton), ja sogar im Epithel der freien Ränder der Stimmbänder des Hundes (Davis). Auch sonst noch in der Schleimhaut des weichen Gaumens zerstreut.

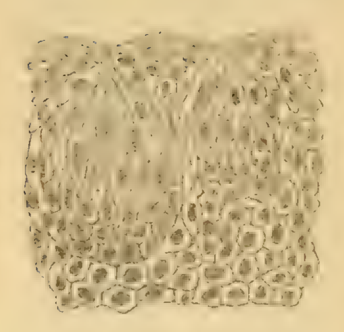


Fig. 310.
Schmeckbecher vom Pferd aus dem Mayer'schen Organ. Ueberosmium und Carmintinction. Hartnack. Ocul. 3. Obj. Immersion 12.

Die Geschmacksbecher besitzen im Grossen und Ganzen die Gestalt einer oblongen Knospe und sind derartig im Epithel der vorerwähnten Fundorte eingelagert, dass die Längenachse derselben senkrecht auf die Schleimhautfläche gelagert erscheint. Der Grösse und der äusseren Form nach sind die Schmeckbecher sowohl bei den Thieren derselben Species, als auch, jedoch typisch, bei den verschiedenen Thierspecies verschieden. In der Regel ist die Basis der Knospe breit und sitzt dem Bindegewebe respective der Grenze zwischen Schleimhaut und Epithel auf; die Spitze ist nach der Oberfläche gerichtet und zeigt eine kleine

Oeffnung, den »Geschmacksporus«, welcher frei auf die Oberfläche ausmündet. Die grösste Breite des Bechers liegt in dessen Mitte und beträgt etwa 30—40 μ im Durchmesser, die Länge macht das Doppelte der Breite aus. Die an den Geschmacksbecher anliegenden Zellen des Epithels, nach Ranvier mit dem Namen »Epithelialbecher« bezeichnet, sind an der Fläche der Knospe hohlziegelartig ausgehöhlt und accomodiren sich in Bezug ihrer Form jener der Geschmacksknospe. An der Kuppe der Knospe begrenzen zwei oder mehrere Epithelialzellen den Geschmacksporus, wobei jede Grenzzelle an einem Rande mit einem kleinen, halbkreisförmigen Ausschnitte versehen ist und mit einer ebenso gestalteten Zelle den Geschmacksporus bildet; in vielen Fällen ist die Epithelialzelle an der Kuppe des Geschmacksbechers einfach durchlöchert, manchmal findet man auch zwei wie mit einem Locheisen ausgeschlagene Löcher in einer Zelle vor.

Der eigentliche Geschmacksbecher, welcher wie in einem, durch den Epithelialbecher gebildeten Gehäuse eingeschlossen ist, besteht im

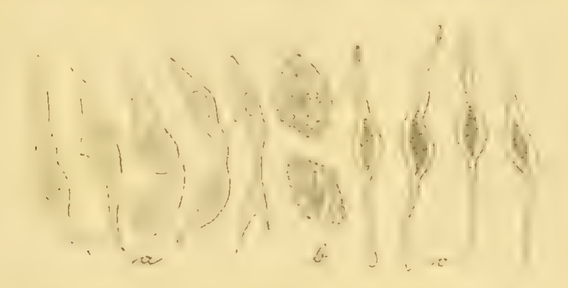


Fig. 311. Schmeckbecher des Pferdes, isolirt.
a) Deckzellen, b) granulirte Zellen, c) Sinneszellen. Drittelalcohol, Ueberosmium und Pikrocarmin. Hartnack. Ocul. 3. Obj. Immersion 12.

Wesentlichen aus zwei Zellenarten, insbesondere jedoch betheiligen sich an dessen Bildung vier verschiedene Zellenformen.

Die äussere Hülle des Schmeckbechers besteht aus Zellen, welche den Zwiebelschalen zu vergleichen wären, gebogene, schalenartige, spindelförmige Gebilde darstellen und mit dem Namen »Deckzellen« (Stützzellen) bezeichnet werden; diese Zellen machen den grössten Bestandtheil der Knospe aus und sind, je mehr gegen die Peripherie gelagert, um so mehr gebogen und ausgehöhlt; ihr peripheres, gegen die Oberfläche gerichtetes Ende verjüngt sich allmählich zu einer scharfen Spitze, welche mit den anderen Deckzellen im Geschmacksporus einen Haarkranz bildet. Das centrale, auf der Schleimhaut selbst aufsitzende Ende ist zumeist gabelig gespalten und bildet dementsprechend im Zusammenhange mit den übrigen Zellen eine zackige, mit Spitzen und Kanten versehene Basis der Geschmacksknospe, welche dem Bindegewebe der Schleimhaut unmittelbar aufsitzt. Die sonst flache Deckzelle beherbergt in dem unteren oder centralen Ende einen deutlichen länglich-ovalen Kern mit Kernkörperchen, sonst ist in dem

streifigen Protoplasma noch eine grosse Anzahl von Körnchen zugegen, welche sich um den ovalen Zellenkern zu Gruppen angehäuft vorfanden. Diese Stütz- oder Deckzellen befinden sich auch im Innern der Knospe und stellen, wie schon erwähnt, den grössten Theil der Geschmacksknospe dar.

Eine zweite Zellenart lagert im Innern der Geschmacksknospe und finden sich bei weitem in der Minderzahl vor; diese Zellen führen den Namen »Sinneszellen« (Schmeck- oder Geschmackszellen nach Schwalbe); sie bestehen aus einem kernhaltigen, mittleren Theil, dem Zellkorper, und aus einem dicken peripheren und dünneren centralen Fortsatze, welch' letzterer, da er ein gewisses, den Nervenfasern ähnliches Verhalten gegen Goldchlorid zeigt, als das Ende einer Nervenfaser aufgefasst wird. Während der centrale Fortsatz der Sinneszelle so ziemlich gleichmässig geformt erscheint und sowohl durch das Tinctionsverhalten als auch durch die perlschnurartige Form an die Nervenachsencylinder erinnert, ist der periphere Fortsatz bei den verschiedenen Zellen verschieden geformt. Einige Sinneszellen zeigen einen mehr cylindrischen, wie quer abgeschnitten endigenden Fortzatz, es sind Zellen, welche von Schwalbe mit dem Namen »Stäbchenzellen« bezeichnet werden. Die meisten Sinneszellen haben auf dem peripheren, cylindrischen Fortsatze einen kleinen conischen Aufsatz, welcher aus dem Geschmacksporus hervorragt und ein eigenthümliches, glänzendes Aussehen darbietet; der Zahl nach kommen nur 4—6 solche Zellen in einer Geschmacksknospe vor und führen den Namen »Stiftchenzellen« (Schwalbe). Von den Sinneszellen lassen sich je nach der Endigungsweise ihres peripheren Fortsatzes zwei Gruppen, die Stäbchen- und Stiftchenzellen unterscheiden, jede derselben soll einer bestimmten Geschmacksempfindung vorstehen.

Die Zellen einer dritten Form, welche neben den Deck- und Sinneszellen im Geschmacksbecher vorkommen, möchte ich mit dem Namen »flaschenförmige Zellen« bezeichnen; dieselben liegen meistens am Grunde des Geschmacksbechers und zeichnen sich durch einen retortenförmig abgerundeten Zellenleib aus, in welchem ein ungemein grosser, deutlicher Kern vorhanden ist; dem Zellenleib aufsitzend, befindet sich nur ein fadenförmig endigender, peripherer Fortsatz vor, welcher zwischen den übrigen Zellen eingelagert bis zur halben Höhe der Knospe vordringt. Die Bedeutung der Flaschenzellen ist wohl leicht zu errathen, es sind das zum Ersatz bestimmte, jugendliche Sinneszellen; ihre Kleinheit und ihr Auftreten am Grunde der Knospe sprechen ja hinlänglich dafür und lassen den Vergleich mit Ersatzzellen eines gewöhnlichen geschichteten Epithels zu.

Eine vierte Art von Zellen, für welche der Name »granulirte Zellen« gelten mag, finden sich ohne bestimmte Anordnung zwischen den übrigen Zellen des Schmeckbechers, zumeist jedoch mehr gegen den Porus hin abgelagert vor. Der Gestalt nach gleichen die granulirten Zellen den farblosen Blutkörperchen oder den Lymphkörperchen,

nur erscheint ihr Protoplasma kernreicher und grobgranulirt, so dass der eigentliche Zellenkern gar nicht gesehen werden kann.

Ranvier hält diese Zellen für Wanderzellen, sie sollen am Grunde des Bechers eindringen und ihren Weg gegen den Knospenporus nehmen. Mehrere Umstände bestimmen mich, die granulirten Zellen als pathologische Producte, als abgestossene, schleimig entartete Knospenzellen anzusehen; so findet man häufig am Geschmacksporus selbst eine zerfallene granulirte Zelle, daneben wieder welche, die eben im Begriff sind, dieselbe Umwandlung zu erleiden, ferner kann durch die Anwendung der Ueberosmiumsäure klargelegt werden, dass die granulirten Zellen nichts anders als schleimig entartete Knospenzellen darstellen, indem sich der Zelleninhalt durch dieses oft intensiv schwarz färbt.

Die letzten zwei Zellencategorien der Geschmacksbecher, die flaschenförmigen und die granulirten Zellen, sind demnach zufällige Befunde im Geschmacksbecher und deshalb auch in jeder Knospe in verschiedener Anzahl anzutreffen; während die ersteren als Regenerationsvorgänge aufzufassen sind, bedeuten die granulirten Zellen den Tod der Knospenzellen.



Fig. 312. Schmeckbecher der Ziege aus der umwallten Papille.

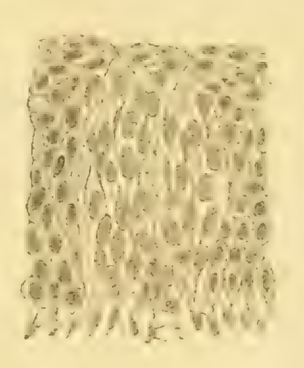


Fig. 313. Schmeckbecher des Schweines aus der umwallten Papille.

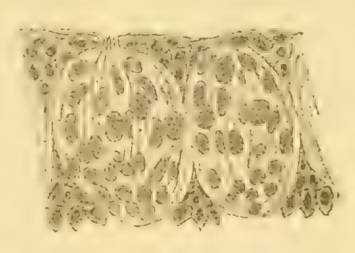


Fig. 314. Schmeckbecher vom Hund aus der umwallten Papille.

Die Geschmacksbecher der Hausthiere zeigen wohl immer denselben feineren Bau und bestehen demnach aus den gleichen Elementen, nur in Bezug auf die Form und Anordnung finden einige geringere Abweichungen statt.

Das Pferd besitzt melonenförmig gestaltete Schmeckbecher, welche niemals durch die ganze Dicke des Epithels reichen, sondern es befindet sich zwischen dem Grund der Knospe und dem Saume der Schleimhaut etwa nur eine Zellenlage vor. Die Becher selbst erreichen der Länge nach 70—80 μ, in der Breite zeigen sie einen Durchmesser von 35—40 μ und liegen ziemlich weit ab, so dass grössere Zwischenräume die einzelnen Geschmacksbecher trennen.

Das Rind und das Schaf haben eiförmige Geschmacksbecher, dieselben sind etwas grösser als jene des Pferdes und sitzen mit der Basis unmittelbar auf dem Schleimhautsaume und reichen sogar etwas in die Schleimhaut vor. Während der Breitendurchmesser bis 40 μ ausmacht, erreicht der Längendurchmesser 85 μ und darüber. Oft sind die Geschmacksknospen so dicht aneinander gelagert, dass sie sich in den Contouren berühren.

Die Ziege besitzt die kleinsten Schmeckbecher, dieselben sind unregelmässig

längsoval gestaltet und betragen im Längendurchmesser nur 60—65 μ und im Breitendurchmesser 30 μ; der Grund derselben ragt auch über die Schleimhautgrenze in das Gewebe vor. Bezüglich der Anordnung sind dieselben weniger dicht gestellt als jene des Rindes und des Schafes.

Das Schwein besitzt sehr deutliche, spindelförmig gestaltete Geschmacksknospen, deren Basis wie aufgelöst erscheint und über die Schleimhautgrenze in das Gewebe der Schleimhaut hineinragt. Der Längendurchmesser beträgt oft bis 90 μ und darüber, während die Breite bis 20 μ misst. Die einzelnen Geschmacksbecher sind durch papillenartige Fortsätze der Schleimhaut von einander geschieden.

Der Hund enthält im Epithel der umwallten Wärzchen wieder nahezu kreisrunde Schmeckbecher von ausserordentlicher Kleinheit, sie reichen nur bis zur Schleimhautgrenze und haben einen Längendurchmesser und einen Breitendurchmesser von 30 μ. In der Mitte berühren sich die einzelnen Schmeckbecher mit ihren Contouren.

Die Katze besitzt sehr unklare und spärliche Geschmacksknospen, welche nur stellenweise in dichteren Haufen abgelagert sind. Die Grösse derselben ist annähernd jene wie bei den Hunden.

Die Nervenendigung in der Zungenschleimhaut.*) Ueber die Art der Nervenendigung in der Schleimhaut der Zunge sind die Ansichten verschieden und die Untersuchungen bisher in zu geringem Umfange vorgenommen.

Zumeist waren das Mayer'sche Organ und die umwallten Wärzchen als Untersuchungsobjecte auserkoren, deren Morphologie dementsprechend auch genauer studirt wurde. Die Ansicht, dass die in das Zungengewebe eintretenden Nervenfasern nicht nur allein zu den becherförmigen Organen im Zungenepithel hintreten, sondern auch die übrige Schleimhaut der Zunge mit Endzweigen versehen, fand immer mehr Anhänger. Ja man beobachtet hier gewissermassen eine Theilung der Arbeit, indem die Fasern des Ramus lingualis vom Glossopharyngeus nahezu ausschliesslich in die becherförmigen Geschmacksendapparate eindringen, sei es in die umwallten und in die keulenförmigen Wärzchen, sei es in das Mayer'sche Organ selbst, während wieder der Zungenast vom dreigetheilten Nerven, welcher bekanntlich nur die vordere Zungenparthie zu versorgen hat, in der Zungenschleimhaut selbst sein Ende findet.

An freien entsprechend behandelten Querschnitten**) des Zungengewebes lässt sich wohl kein Unterschied zwischen den Fasern des Glossopharyngeus und des Trigeminus aufstellen, und es können nur die Nervenfasern im Allgemeinen in Betracht gezogen werden. — Die Zungennerven treten als ziemlich starke Stämme zwischen dem Muskelgewebe der Zunge ein und halten sich in ihrem weiteren Verlaufe an das interstitielle Bindegewebe. Die anfangs starken Stämme bestehen nur aus markhaltigen Nervenfasern und dringen, nach vielfachen Theilungen und Verzweigungen, gegen die Zungenoberfläche vor. Nahe der Schleimhaut vereinigen sich die Nervenäste zu einem weitmaschigen Netze von markhaltigen Nervenfasern. Im Verlaufe werden die Nervennetze durch Zuzug von Nervenfasern aus kleinen, daselbst ziemlich zahlreich eingestreuten Ganglien verstärkt. Aus dem auf diese Weise

*) Histologische und physiologische Studien über das Geschmacksorgan von Dr. Otto Drasch. Sitzungsbericht der k. k. Academie der Wissenschaften in Wien. Bd. LXXXVIII. Heft 3—5.

**) Behandlung der Schnitte nach der Goldchloridmethode.

gebildeten, primären Nervenplexus treten einzelne, marklose Nervenfasern hervor, welche wieder ein dichtes Netz, einen secundären Plexus bilden; im Verlaufe enthält der secundäre Plexus zahlreiche Ganglienzellengruppen, ja sogar einzelne Ganglien und wird in seinem Fasergehalte durch einen Zuzug an Nervenfasern aus demselben beträchtlich vermehrt. Je mehr nun der secundäre Nervenplexus gegen die Zungenoberfläche vortritt, um so zahlreicher werden dessen Fasern und um so mehr tritt das Bindegewebe als Grundgewebe zurück, indem es durch das Nervengewebe einen Ersatz findet. Nun ist das Verhalten des nervösen Endplexus und des subepithelialen Gewebes verschieden, je nachdem derselbe gegen die Geschmacksknospenregion, sei es der Papillen oder des Mayer'schen Organes, oder gegen die Schleimhaut hinzieht.

In der Geschmacksknospenregion tritt eine eigene Modification des subepithelialen Gewebes auf, indem sich eine bedeutende Kernvermehrung geltend macht und die faserige Structur des Bindegewebes mehr in den Hintergrund tritt, was wohl Krause die Veranlassung gab,

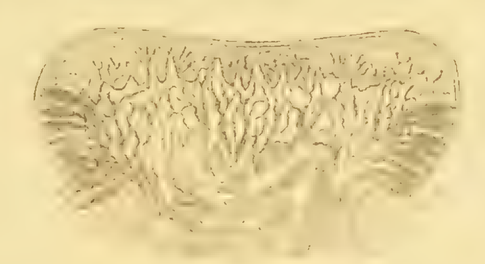


Fig. 315. Umwallte Papille vom Schweine, Goldchlorid-Behandlung. Hartnack. Ocul. 3. Obj. 8.

diese Schicht mit dem Namen »Geschmackskörner-Schicht« zu bezeichnen. — Das subepitheliale Gewebe der übrigen Zungenschleimhaut weist nur ein dichtes Netz von marklosen Nervenfasern auf, ohne dass eine besondere Kernvermehrung des Grundgewebes stattfindet.

Aus den secundären marklosen Nervengeflechten (dem Endplexus) treten in der Geschmacksbecherregion ganze Bündel von marklosen Nervenfasern hervor, die einer Mähne ähnlich gegen den Grund des Geschmacksbechers vordringen und sich in demselben verlieren. Jede Geschmacksknospe steht also durch ein Bündel markloser Nervenfasern mit dem subepithelialen Endplexus in Verbindung. Die Fasern der Bündel sind varicös oder perlschnurartig und schmiegen sich dem Grunde des Geschmacksbechers an und dringen oft zu breiten Bündeln vereinigt in demselben ein. Das weitere Schicksal der eingedrungenen, marklosen Nervenstämmchen und die eigentliche Nervenendigung im Schmeckbecher selbst lässt sich nicht verfolgen, da die Zellen der Geschmacksknospe dieselbe dunkel-violette Farbe durch die Goldchlorid-Tinction annehmen als wie die marklosen Nervenfasern.

Einige Autoren lassen die terminalen Nervenfasern an die Sinneszelle herantreten und vermuthen einen Zusammenhang mit dem centralen Ende der Sinneszelle. Andere Forscher leugnen einen directen Zusammenhang mit der Sinneszelle und lassen die Nervenendfaserchen in derselben Weise wie in der becherfreien Schleimhautregion zwischen den Zellen der Knospe mit kleinen kolben-, stiftchen- oder sichelformigen Anschwellungen endigen.

An den keine Geschmacksbecher enthaltenden Zungenpartieen treten nur sehr spärliche, marklose Bündelchen aus dem Endplexus hervor und dringen durch das Bindegewebe senkrecht nach aufwärts in die succulante Zellenschicht des Zungenepithels, um hier ein drittes, aus sehr spärlichen Maschen bestehendes, definitives Endnetz zu bilden. Erst aus dem tertiären Nervenplexus oder dem definitiven Endnetze treten die eigentlichen Nervenendigungen in Form kleiner, wiederholt durch Anschwellungen unterbrochener Nervenstämmchen hervor, um dann mit einer verschiedenartig gestalteten Endverdickung zwischen den Zellen der mittleren Schicht des Zungenepithels zu endigen. Die terminalen Verdickungen der marklosen Nervenstämmchen sind in den weitaus meisten Fällen lanzettförmig gestaltet, oft jedoch erscheint das Nervenende in Form eines kleinen Kolbens oder auch als eine sichelförmig gekrümmte Anschwellung.

2. Das Geruchsorgan.*)

Von

Dr. J. Csokor,

Professor in Wien.

Das Geruchsorgan gehört in die Gruppe der reinen Sinnesorgane, weil auf die Nervenendapparate desselben nur gasförmige Körper specifisch erregend einwirken und das Riechen veranlassen können; ein Tastvermögen oder eine Empfindung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, wird von dem Endapparate des Geruchssinnes nicht aufgenommen. Das nervöse Centralorgan des Geruchssinnes findet in dem Riechnerven (Nervus olfactorius) seinen Vertreter; derselbe muss, begründet durch die Entwickelungsgeschichte, als eine directe Fortsetzung des Gehirnes, geradeso wie der Seh- und Hörnerv betrachtet werden und wäre

*) Die Literatur des Geruchsorganes findet man in Schwalbe's Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, Erlangen 1883, chronologisch zusammengestellt.

daher richtiger mit dem Namen »Riechkolben« zu bezeichnen. Der leitende Theil des Geruchssinnes wird durch zahlreiche, von der unteren Fläche des Riechkolbens ausgehende, marklose Nervenfasern dargestellt, die sich nach Durchbohrung der Hirnhäute, durch die Siebbeinlöcher in die Nasenhöhle vordringend, zur Schleimhaut begeben, um in der Riechgegend der Schneider'schen Membran ihr peripheres Ende zu finden; ein grösserer Zweig der zahlreichen Riechnervenfasern dringt seitlich vom Pflugscharbeine in den Stenonianischen Canal und lässt sich bis in das Jakobsohn'sche Organ (Balogh) verfolgen. Der periphere Theil des Geruchsorganes ist durch die vordere oder obere, als Riechregion bezeichnete Parthie der Nasenschleimhaut vertreten.

I. **Der Riechkolben,** Geruchskolben, Riechnerve (Nervus olfactorius). Der Riechkolben entspringt als Tractus olfactorius mit drei ungleichen Wurzeln; die äusserste oder die lange Wurzel stammt aus einer Hirnwindung des oberen Gehirnlappens, welcher seitlich über den dreieckigen Hügel (Gyrus hippocampi) gelagert ist. Während bis zur Mitte des dreieckigen Hügels die graue Substanz nach ausen liegt, ist im weiteren Verlaufe die weisse Substanz nach aussen und die graue Substanz nach innen gelagert. — Die innere, kurze Wurzel entspringt aus einer Windung des unteren Lappens und wendet sich um den Riehhügel herum. — Die mittlere oder die kürzeste Wurzel entspringt ebenfalls vom unteren Gehirnlappen und ist von dem Riechkolben bedeckt. An der Vereinigung sämmtlicher Wurzeln des Riechkolbens entsteht jederseits am unteren Hirnlappen eine kolbenförmige Anschwellung, der eigentliche Riechkolben oder Geruchskolben; derselbe besteht der Hauptmasse nach aus grauer Gehirnsubstanz, ist in einer Rinne des Vorderlappens eingelagert und füllt nach unten die Siebbeingrube aus. Es nehmen daselbst zahlreiche, marklose Nervenfasern ihren Ursprung.

Sowohl Gestalt als auch Grösse des Bulbus olfactorius variiren bei den verschiedenen Hausthieren nur sehr wenig. Das Pferd besitzt einen sehr grossen, nahezu wagerecht gestellten, mit der Siebbeinplatte etwas inniger verbundenen Geruchskolben, welcher nach der Herausnahme des Gehirnes immer an der Siebbeinplatte haften bleibt und im Tractus olfactorius zerrissen wird; die Lagerung desselben ist eine etwas schiefe von aussen nach innen. Die Wiederkäuer weisen einen, an der Oberfläche etwas pigmentirten Bulbus auf, und sind besonders bei den Schafen an der Oberfläche des Riechkolbens sehr schöne Pigmentflecke zu sehen. Die Fleischfresser besitzen einen sehr grossen Bulbus olfactorius, welcher in schiefer Richtung von hinten, unten und aussen nach vorn, oben und innen an die Siebbeinplatte angelagert erscheint; entsprechend der schiefen Lagerung tritt der Tractus olfactorius unter einen Winkel, nahezu in der Mitte des oberen Randes, in den Bulbus ein.

An einem Querschnitte*) in frontaler Richtung durch den Riechkolben des Pferdes geführt, präsentirt sich im Centrum desselben eine ziemlich grosse Höhle; dieselbe stellt ein gleichschenkeliges Dreieck dar, dessen Spitze gegen die Siebbeinplatte und dessen Basis gegen den Gehirnlappen gelagert erscheint; die dreieckige Höhle liegt etwas excentrisch nach oben, so dass die obere Begrenzungswand die dünnste, die

*) Die Literatur über den Bau des Riechkolbens ist nachzusehen in: Schwalbe's Anatomie der Sinnesorgane, Erlangen 1883. Neurologie, Seite 814. Owsjannikoff, Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv, 1860. Walter, Virchow's Archiv, Bd. 22. Leydig, Vergleichende Histologie. Frey, Lehrbuch der Histologie.

innere und äussere dagegen als mächtige Schichten erscheinen. An der Basis des Kolbens, und zwar an der Siebbeinplatte anliegend, ist eine schwammartige Schicht dem Bulbus aufgelagert und lässt sich von demselben sammt der harten Hirnhaut leichter abtrennen, obwohl dann an der unteren Bulbusfläche kleine Höhlungen und Vertiefungen zurückbleiben.

Die ziemlich grosse, dreieckige Höhle des Riechkolbens wird von einer hellen, dünnen Schicht begrenzt, die einen gegen das Lumen der Höhle gerichteten, mit arkadenartigen Hervorwölbungen versehenen Saum aufweist; diese innerste als Saumschicht zu bezeichnende Parthie des Riechkolbens, ist an ihrer gegen die Höhle zu gerichteten, freien Oberfläche mit einem zierlichen, einschichtigen Flimmerepithel überzogen, dessen grosskernige Zellen mit ihrem basalen Fortsatze in das Innere der Saumschicht auf weitere Strecken eindringen. Die Saumschicht, dem Ependyma der Gehirnkammern vergleichbar, ist nicht an allen Parthien der Bulbushöhle in gleich dicker Lage zugegen; denn, während dieselbe an den Schenkeln des Dreieckes nur einen dünnen Beleg darstellt und nur wenige hügelartige Hervorragungen bildet, sind die Winkel des Dreiecks, und zwar besonders jene der Basis, mit papillenartigen Verdickungen und Wucherungen des Ependyms versehen. Das Grundgewebe der Saumschicht besteht aus einer der Neuroglia der grauen Gehirnsubstanz vergleichbaren Grundmasse und stellt ein feinfaseriges Geflechtwerk dar; in den Kreuzungspunkten der feinsten Fäserchen des Geflechtes tritt eine feinkörnige, granulirte Masse auf, wodurch dem Grundgewebe der Saumschicht eine gleichmässige, feingranulirte, dem Protoplasma der Zellen ähnliche Beschaffenheit verliehen wird. In der Grundsubstanz treten noch hier und da grössere, runde, den Lymphkörperchen ähnliche Zellen auf; grössere und kleinere Gefässe, in den deutlich sichtbaren Lymphräumen eingeschlossen, sind sowohl im Querschnitte als auch der Länge nach verlaufend anzutreffen. — An die Saumschicht schliesst sich nach aussen eine sehr dicke Parthie des Bulbusgewebes an, die vollstandig der grauen Substanz der Gehirnrinde zu vergleichen wäre; dieselbe bildet mehrere Schichten; von innen nach aussen lagert zunächst der Saumschicht eine grobkörnige Parthie an; sie besteht aus einer granulirten Grundmasse, die mit Lymphkörperchen dichtgedrängt ausgefüllt erscheint; hier und da ziehen, radienförmig von der Bulbushöhle feine Bindegewebsfaserzüge, kleine Blutgefässe und Capillaren einschliessend, gegen die Oberfläche des Riechkolbens. An die als »Körnerschicht« zu bezeichnende Parthie der Bulbusrinde schliesst sich nach aussen zu eine dickere, graue Lage an, für welche der Name »Ganglienzellenschicht« zutreffen würde. Sie stellt ein sehr feinkörniges Grundgewebe von der eigentlichen Beschaffenheit der Neuroglia dar; in demselben aufgenommen, befinden sich ausser den Lymphzellen noch grössere und kleinere, dem Gliagewebe der Gehirnrinde und den Ganglienzellen ähnliche Gebilde vor. Die kleineren, gliaähnlichen Zellen sind von runder Form und zeichnen sich durch einen verhaltnissmässig grossen, mit einem oder mehreren Kernkorperchen versehenen Kern aus, das Protoplasma der Zellen ist nahezu kugelig gestaltet und besitzt einen gegen die Peripherie des Bulbus gerichteten, oft verzweigten Fortsatz, welcher mit ähnlichen anderen Zellen scheinbar in Verbindung tritt. Die eigenthümlichen, nur mit einem verzweigten Fortsatze versehenen Zellen, verleihen in Folge ihrer gleichmässigen Lage dieser Bulbusschicht ein radiar-faseriges Ansehen und erinnern in der Beziehung an die Pyramidenzellenschicht der grauen Gehirnsubstanz. Die grosseren Zellen gleichen in Allem den gewohnlichen Ganglienzellen und besitzen dementsprechend mehrere Fortsätze; auch kleinere Pigmentkornchen sind hier und da im Protoplasma zu kleinen Häufchen angesammelt anzutreffen. — Auf die Ganglienzellenschicht der Bulbuswand folgt die letzte, den Riechkolben nach aussen zu begrenzende Schicht, welche ich als »feinkornige Schicht« bezeichnen

möchte; sie besteht im Wesentlichen aus einer feinkörnigen Neuroglia; in derselben verlaufen feine Bindegewebszüge und zahlreiche Capillaren radiär gegen die Bulbushöhle; das Gewebe selbst ist in einer mächtigen Schicht vorhanden und erscheint in ihrem peripheren Theile viel dichter zusammengefügt als gegen die Ganglienzellenschicht; die feinkörnige Schicht enthält ausserdem nur wenig Lymphkörperchen und fast gar keine Ganglienzellen, ebenso fehlen die marklosen Nervenfasern und es hat den Anschein, als ob diese Schicht nur aus Neurogliagewebe und einzelnen Körnern gebildet würde, in dieser Beziehung aber der Schicht der zerstreuten Körperchen des Rindentheiles (Meynert) zu vergleichen wäre. Die Bulbusoberfläche zeigt analog der grauen Hirnrinde seichte Vertiefungen und dementsprechende Erhabenheiten, welche den Windungen des Kleinhirnes analog sind; in den Vertiefungen dringen die Gefässe der weichen Hirnhaut in das Bulbusgewebe ein.

An den eigentlichen Riechkolben legt sich nach unten, gegen die Siebbeinplatte zu, eine eigenthümliche, schwammartig gestaltete Masse in Form einer halbmondförmigen Schicht, von ziemlicher Mächtigkeit an. Im Wesentlichen besteht diese als »Faserschicht des Riechkolbens« zu bezeichnende Parthie aus einer bindegewebigen und aus einer nervösen Fasersubstanz; sie ist es, die das Fasergewebe oder die weisse Substanz des Geruchskolbens darstellt und doch wird sie in den meisten Lehrbüchern fälschlich als die graue Substanz des Bulbus geschildert. Die Faserschicht des Riechkolbens stellt eine schwammartige Masse dar, bildet ein höchst complicirtes Netzwerk von marklosen oder grauen Nervenfasern und dient den zahlreichen Riechnerven als Ursprungsgebiet.

Die bindegewebige Grundlage der faserigen Substanz des Riechkolbens stammt zum Theile aus der Neuroglia der Bulbusschichten, zum Theile jedoch aus den Bindegewebshüllen des Riechkolbens. Durch den innigen Zusammenhang mit den stärkeren Bulbushüllen ist es erklärlich, dass die gesammte faserige Substanz bei einer Präparation der Bulbushäute an den letzteren haften bleibt und von der grauen Rinde des Riechkolbens abgerissen wird, so dass in letzterem nur Vertiefungen und Unebenheiten zurückbleiben. Das Bindegewebsnetz beginnt schon in der letzten als feinkörnigen Schicht bezeichneten Lage des Riechkolbens und geht von den dort geschilderten, radiären Bindegewebszügen aus; die Bindegewebszüge erweitern sich trichterförmig, die feinfaserige Substanz derselben entwickelt sich zu einem in Zügen angeordneten, welligen Bindegewebe und nun tritt auch ein zierliches, aus Arterien gebildetes Wundernetz in den Balken des Bindegewebes auf, welches rechteckige Maschen darstellt und in dieser Beziehung mit den Capillaren des Muskelgewebes übereinstimmt. Die Bindegewebsbalken und die in denselben eingeschlossenen Gefässe verzweigen sich vielfach und stehen wieder vielfach in Verbindung untereinander, so dass zahlreiche Maschenräume von verschiedener Gestalt gebildet werden. — Die Bindegewebszüge, welche aus den Bulbushüllen stammen und zwar jener, die an der Lamina cribrosa des Siebbeines aufliegen, treten in Form zarter Scheidewände in das schwammige Gewebe ein und begrenzen grössere, am Querschnitte halbmondförmig gestaltete Räume. In dem auf diese Weise hergestellten Maschenwerke von fibrillärem Bindegewebe liegen marklose Nervenfasern zu grösseren und kleineren Bündeln vereinigt, welche wieder analog dem Bindegewebs-Gefässgerüste ein Geflecht unter einander formiren. An einem Querschnitte der faserigen Substanz des Riechkolbens sind sowohl der Länge als auch der Quere nach verlaufende Nervenbündel wahrnehmbar. Das Nervengeflecht der faserigen Bulbussubstanz beginnt ebenfalls mit kleinen Wurzeln schon in der feinkörnigen Schicht des Riechkolbens, wird dann zu einem Netze, welches sich allmählich verdichtet und auf der Siebbeinplatte selbst ein unaufwirrbares System von Längs- und Querzügen bindegewebiger und nervöser Natur darstellt.

Der Bulbus olfactorius wird demnach aus zwei verschiedenen Substanzen, eine der grauen und eine der weissen Gehirnmasse entsprechenden Substanz zusammengesetzt. 1. Die der grauen Hirnrinde entsprechende Substanz umgiebt in vier Schichten die Bulbushöhle und stellt so deren Wand dar. Von aussen nach innen lassen sich folgende scharf begrenzte Schichten unterscheiden: Feinkörnige Schicht, Ganglienzellenschicht, grobe Körnerschicht und die Saumschicht. 2. Die zweite, den Riechkolben begrenzende, der weissen Gehirnmasse entsprechende Substanz besteht aus einem Nervenfasergeflechte, welches als ein accessorisches Organ an der untern Fläche des Bulbus anliegt und den Geruchsnerven als Ursprungsstelle dient.

Der Riechkolben der Fleischfresser unterscheidet sich insofern von jenem der Pflanzenfresser, als die Nervenfaserschicht jene dem Bulbus der Pflanzenfresser anliegende netzförmige Substanz, den ganzen Riechkolben umgiebt und nur an der Siebbeinplatte in einer etwas stärkeren Lage auftritt. Die im Inneren des Kolbens enthaltene Höhle ist quergestellt und wird ebenfalls von vier Schichten begrenzt. Die Saumschicht besteht aus einem sehr hinfälligen, einschichtigem Flimmerepithel und stösst also gleich an die grobe Körnerschicht an, welche den grössten Theil der Bulbuswand ausmacht und in zwei deutliche Lagen getrennt werden kann. Die innere Lage der groben Körnerschicht stellt nur eine Verstärkung der Saumschicht dar und besteht aus einer feinkörnigen Neuroglia, die mit zahlreichen, jedoch unregelmässig abgelagerten Lymphkörperchen durchsetzt ist. Die äussere, bedeutend mächtigere Lage der groben Körnerschicht enthält dieselben Bestandtheile, nur sind sie in Schichten abgelagert und zwar wechselt je eine Neuroglia mit einer Körnerschicht ab, die Schichtung ist eine gegen die Bulbushöhle concentrische und prägt sich am schönsten in den periphersten Lagen der groben Körnerschicht aus; die letzte Lage dieser Schicht besteht aus dicht gehäuften Lymphzellen. Unmittelbar an die peripherste Lage der Körnerschicht schliesst sich die Ganglienzellenschicht an; sie besteht aus einer faserig körnigen Neuroglia und aus spindelförmigen, jedoch verzweigten Ganglienzellen. Die Neuroglia zeigt ein sehr feines Netzwerk von Fasern, die Grundsubstanz darstellend und stärkere, radiär verlaufende, marklose Nervenfasern, welche aus den Ganglienzellen entstehen und gegen die Peripherie des Kolbens hinziehen. Die Ganglienzellen sind spindelförmig gestaltet und liegen mit ihrer Längenachse senkrecht gegen das Centrum des Kolbens auf der letzten Lage der groben Körnerschicht auf, so dass die eine Spitze der spindelförmigen Zellen noch in die letzte Lymphzellenlage hineinragt. Ueberhaupt sind die Ganglienzellen an der letzten Lage der Körnerschicht angehäuft und umgeben dieselbe in Form eines Kranzes. Von dem gegen die Peripherie gerichteten Ende der Ganglienzellen entspringen mehrere, sehr lange Fortsätze, welche den übrigen Theil der Neuroglia durchziehen und die radiär gestellten, marklosen Nervenfasern darstellen. Zahlreiche grössere Blutgefässe und ein Maschenwerk von Capillaren ergänzen die Ganglienzellenschicht. An die Ganglienzellenschicht reiht sich eine nur schmale, feinkörnige Schicht an, dieselbe strahlt in die dem Bulbus allenthalben anliegende, faserige Schicht oder dem eigenthümlichen Maschenwerke ein. — Das Maschenwerk oder die Faserschicht des Riechkolbens ist an der Siebbeinplatte am mächtigsten und weicht in Bezug auf den feineren Bau von jenem des Pferdes nicht ab.

II. **Die Riechschleimhaut.** Die Schleimhaut der Nasenhöhle oder die Schneider'sche Membran zerfällt in zwei, morphologisch verschiedene

bschnitte, in einen Respirationstheil (Regio respiratoria) und in nen Riechtheil (Regio olfactoria).

Erstere kleidet den vorderen Theil der Nasenhöhle aus und zeichnet sich durch ie hellrosenrothe Farbe aus; die Schleimhaut der Regio olfactoria nimmt den oberen teren, kleineren Theil der Nasenhöhle ein und zeichnet sich durch eine, von der spirationsschleimhaut verschiedenartige Färbung aus. Von den Hausthieren besitzen Pferd und das Rind eine gelbliche, das Schaf eine ockergelbe, die Ziege eine iwarze, das Schwein eine braune, der Hund und die Katze eine graue Schleim-it der Riechgegend. Nebst der Färbung der beiden Schleimhautarten ist der Unter-ied zwischen der Riech- und der Respirationsschleimhaut noch in anderen wesentlichen rkmalen begründet. So stellt die Schleimhaut der Regio olfactoria eine bedeutend kere Membran dar und ist mit einem einschichtigen Epithel bekleidet, welches mentkörner und eigenthümlich gestaltete Zellen (Riechzellen) aufweist und ausser-n noch die Bowmann'schen Drüsen beherbergt. Die Schleimhaut der Regio oiratoria besitzt nur ein zartes Flimmerepithel mit pigmentfreien Zellen und enthält lreiche Schleimdrüsen.

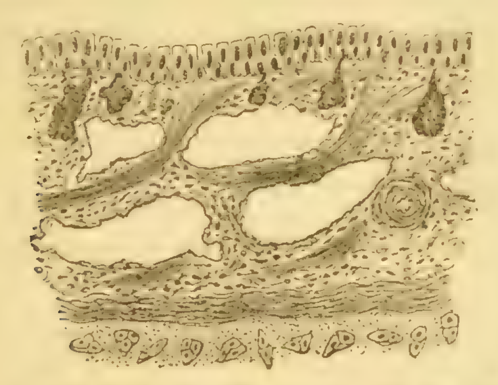


Fig. 316. Querschnitt durch die Nasenschleimhaut des Pferdes.

Die Riechschleimhaut zerfällt in das eigentliche Schleimhautgewebe, den Epithelialüberzug und in den eigenthümlichen, terminalen Theil Geruchsorganes.

1. Die Schleimhaut der Regio olfactoria (Fig. 316) besteht einem lockeren Gefüge von netzförmig angeordneten Bindegewebs-kchen; dieselben bilden unmittelbar unterhalb des Epithels ein sehr htes, ungemein kernreiches Gefüge und senden überdies hier und noch kleine, unregelmässige, sehr zarte Papillen gegen das Epithel ; der grössere Theil des subepithelialen Bindegewebes begrenzt sich arf geradlinig gegen das Riechepithel. In den mittleren Parthien hält die Riechschleimhaut ein zu Strängen angeordnetes, derberes degewebe, welches grössere und kleinere, unregelmässig gestaltete träume begrenzt, demnach ein cavernöses Gewebe darstellt. Dicht diesen Räumen ist das Bindegewebe sehr feingefügig, wodurch eine Grenzschicht um die Bluträume zu Stande kommt. Die tieferen thien der Riehschleimhaut bilden ein mehr grobfaseriges Gefüge; es niegt sich dasselbe je nachdem als Periost oder als Perichondrium

an den Knochen oder an den Knorpel an. Eingebettet in dem Bindegewebe der Riechschleimhaut befinden sich neben Nerven und Lymphbahnen noch eigenthümliche, pigmentirte Schlauchdrüsen, die sogen. Bowmann'schen Drüsen der Regio olfactoria vor. Sie zeigen eine gelbliche Färbung und sie sind es auch, welche der Riechschleimhaut die characteristische Färbung verleihen Die Bowmann'schen Drüsen sind rein schlauchförmig gestaltet und reichen in Form kleiner Keile, mit dem dünneren Ende zwischen den Epithelzellen steckend, bis zur mittleren, wohl aber auch bis zur tiefsten Schicht der Riechschleimhaut und biegen daselbst angelangt, wie aus Raummangel, um. In den rein schlauchförmigen, nach unten zu abgerundet und etwas verdickt endigenden Drüsen befindet sich eine einzige Zellenschicht; im Protoplasma der einzelnen Zellen ist körniges Pigment angehäuft; nur am Grunde der Drüse finden sich pigmentlose, oft halbmondförmige Zellen.

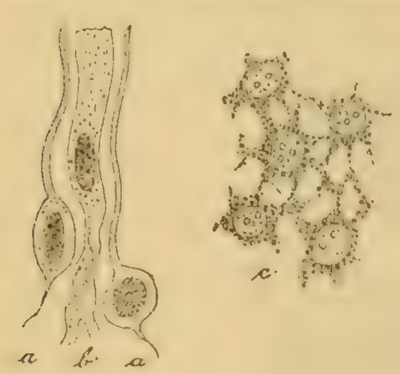


Fig. 317.
Epithel aus der Riechregion.
a) Sinneszellen, *b*) Stützzellen, *c*) Basalzellen. Hartnack. Ocul. 3. Obj. Immersion 12.

2. **Das Epithel** (Riechepithel). Der bedeutend dickere Epithelialüberzug der Regio olfactoria beträgt im Durchmesser 100—120 μ, während die Epithelialschicht der Regio respiratoria in demselben Durchmesser nur 40—80 μ ausmacht. Dem Epithel der Regio olfactoria fehlen die Flimmerzellen. Eigenthümlich ist die Art der Kernvertheilung in den Zellen des Epithelialüberzuges, das erste Drittel desselben ist kernlos und hebt sich als ein lichter, etwas gestreifter Saum ab; die zwei unteren Theile des Epithels sind dicht mit Kernen ausgefüllt; innerhalb der untersten Parthie ist wieder eine Zone mit schönen, ovalen Kernen ausgestattet. Der Epithelialüberzug besitzt nach aussen, also an der Oberfläche des Riechepithels eine glashelle, structurlose Membran, die Membrana limitans s. reticularis olfactoria. Diese Membran soll nach Brunn durchlöchert sein, durch welche die Riechzellenfortsätze hindurchtreten, so dass nur diese mit der Luft in Berührung treten können. Das Riechepithel besteht aus drei Zellenarten; zwei derselben sind langgestreckt und reichen durch die ganze Dicke des Epithels, sie führen die Namen Stützzellen und Riechzellen. Eine dritte Zellenform liegt an der Basis der langen Zellen und wird mit dem Namen Ersatz- oder Basalzellen bezeichnet.

a) Die Stützzellen (Epithelzellen, Flimmerzellen). (Fig. 317 b). Es sind langgestreckte, cylindrische Zellen mit einem ziemlich grossen, ovalen, im oberen Drittel gelegenen Kerne. Das Protoplasma ist feinkörnig und weist zwei Fortsätze auf; der periphere, gegen die Ober-

fläche der Riechschleimhaut gerichtete, bedeutend kürzere ist stäbchenförmig, gleichmässig dick und körnerreich; das freie Ende des Fortsatzes ist wie abgestutzt, eben und steht mit der Membrana limitans im Zusammenhange, so dass an Zupfpräparaten ganze Zellenreihen mit ihrem oberen Ende im Zusammenhange bleiben und sich sogar aufrollen. Der untere oder centrale, gegen das Bindegewebe gerichtete Fortsatz der Stützzelle ist dünn, sehr lang und am Ende gabelig gespalten; in der Regel ist dieser Fortsatz auch plattgedrückt und zeigt zahlreiche Kanten und Höhlungen, Buchten und Nischen, welche zur Aufnahme der Riechzellenkörper dienen. Der gabelig gespaltene, centrale Fortsatz steht mit benachbarten, ähnlichen Fortsätzen in Verbindung, wodurch ein zartes Protoplasmanetz gebildet wird; überdies enthalten die Balken dieses Netzes noch feine Körnchen von gelbem Pigment. — Die Stützzellen sind bei allen Hausthieren gleich gestaltet.

b) Die Riechzellen (Sinnes- oder Stäbchenzellen). Sie bestehen aus einem rund-ovalen Mittelstück, einem in der Regel längeren, peripheren und einem kürzeren, centralen Fortsatze. Das Mittelstück der Riechzelle ist vollständig von einem kugeligen Kerne ausgefüllt und es erübrigt nur eine schmale Zone am peripheren Theile von dem feinkörnigen Protoplasma. Der periphere Fortsatz entspringt genau aus dem oberen Kernpol, verläuft dann als ein cylindrischer. schmaler Protoplasmaausläufer zwischen den peripheren Fortsätzen zweier Stützzellen bis zur Limitans, durchbohrt dieselbe und trägt an der Spitze ein feines, hellglänzendes Härchen, das Riechhaar, welches nach Krause und Brunn eigene Bewegungen ausführen soll und als verhorntes Protoplasma aufgefasst wird. Nur ausnahmsweise besitzt der periphere Fortsatz einzelne Varicositäten und zeigt dann ein perlschnurartiges Ansehen. — Der centrale Fortsatz ist gegen das Bindegewebe der Riechschleimhaut gerichtet, er bildet einen viel dünneren, in der Regel auch kürzeren Ausläufer des Zellenprotoplasmas und geht vom unteren Kernpol aus. In seinem Verlaufe zeigt der centrale Fortsatz kleine, rosenkranzartige Anschwellungen, welche eine Aehnlichkeit mit den Anschwellungen der elementaren Nervenfibrillen besitzen. Oefters trifft man Riechzellen, welche mit zwei Mittelstücken und demnach auch mit zwei Kernen versehen sind (Ziege), wobei dann dieselben durch eine fadenförmige Protoplasmabrücke im Zusammenhange stehen. Eigentliche Riechcilien, wie sie von Ranvier beschrieben werden, konnte ich bei den Hausthieren nicht vorfinden. Die Lagerung der Riechzellen ist eine derartige, dass ihre Kerne etwas tiefer als jene der Stützzellen zu liegen kommen; sie bilden auch den Hauptbestandtheil der Kernschicht des Riechepithels. Immer liegen die Riechzellen kreisförmig um die Stützzelle herum, so dass eine Stützzelle von 6 und mehr Riechzellen umgeben wird; andererseits bilden wieder je drei Stützzellen eine Nische für eine Riechzelle, welche entschieden in der Minderzahl im Riechepithel vorkommen.

c) Die Ersatzzellen (Basalzellen Ranvier's). (Fig. 317 c.) Die von den Riech- und Stützzellen an der Basis des Epithels freigelassenen

Räume werden durch die Basalzellen ausgefüllt. Die Ersatz- oder Basalzellen sind entschieden sternförmig gestaltet; sie besitzen einen grossen, etwas ovalen, stark granulirten Kern, gerade so wie die Stützzellen; das feinkörnige Protoplasma endigt in zahlreiche Ausläufer, welche sich untereinander vereinigen und ein feines Netzwerk bilden. Nach Ranvier sind die Basalzellen Elemente sui generis und stehen, wie dies andere Forscher behaupten, mit den Sinneszellen in keinem entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhange, sie können demnach nicht als verschiedene Entwicklungsstoffe (Schwalbe) einer und derselben Zellenart aufgefasst werden.

d) Die Limitans externa olfactoria stellt eine sehr dünne, glashelle Schicht an dem freien Rande des Riechepithels dar und überzieht das freie Ende der Stützzellen, lässt dabei nur das periphere Ende der Sinneszellen durch eigene Oeffnungen hindurchtreten. Die Limitans kommt bei allen Hausthieren als eine erstarrte Protoplasma-Masse vor.

Abweichungen bei den Hausthieren bezüglich des Riechepithels sind, abgesehen von dem höheren oder geringeren Grade der Pigmentirung des centralen Fortsatzes und des Protoplasmas der Stützzellen, nicht vorhanden und selbst die Pigmentanhäufung scheint mit dem Alter der Thiere im Zusammenhange zu stehen, so dass ältere Thiere pigmentreiche Stützellen aufweisen.

III. **Die Nerven der Regio olfactoria.** Die Nervenfasern des Olfactorius sind marklos und entspringen an der Basis des Riechkolbens, aus dem der Lamina cribrosa anliegenden, eigenthümlichen, streifigen Substanz, welche ein Netzwerk, bestehend aus Neuroglia, aus Blutgefässen und aus wirklichen Geflechten markloser Nervenfasern, bildet.

Die Stämme des Olfactorius liegen anfangs dicht dem Knochen an und steigen dann schräg und allmählich in sanften Bogen zur Schleimhautoberfläche. Sämmtliche Nerven innerhalb der Schleimhaut sind von einer Perineuralscheide umgeben; diese besteht aus dem eigenthümlichen Gewebe der Neuroglia am Grunde des Bulbus und entstammt auch theilweise den Gehirnhäuten. Der Verlauf der Nervenzweige in der Schleimhaut geschieht in Bündeln, welche gleich dicken Kränzen angeordnet im Inneren zahlreiche, längsovale Kerne, der Längsrichtung des Bündels parallel gelagert enthalten. Der Olfactorius bildet demnach keine Remak'schen Fasern, sondern Nervenbündel oder Nervenprimitivbündel; dieselben unterscheiden sich von den Remak'schen Fasern durch ihre grössere Breite und durch das Fehlen der Anastomosen. Jeder Strang oder jedes Bündel erscheint am Querschnitte von einer einfachen oder von einer gestreiften Bindegewebshülle umgeben und enthält nebstdem eine Blätterscheide, die im Inneren einen Ueberzug glatter Zellen besitzt; in den Lücken, welche die Blätterscheide begrenzt, liegen die Querschnitte der Primitivbündel, die wieder so viele kleine Felder aufweisen als das Bündel Nervenfibrillen enthält. Die Nervenfibrillen selbst sind wieder durch helle Protoplasmaschichten von einander getrennt. —

Die Stränge des Olfactorius erreichen nach wiederholter Theilung die Oberfläche der Schleimhaut und dringen, in einzelne Primitivbündel zerfallend, durch die verdichtete Grenzschicht zwischen Bindegewebe und Epithel gegen das Letztere vor, um sich dann pinselförmig in die einzelnen, oft perlschnurartig gestalteten Endfasern aufzulösen. Bezüglich der eigentlichen Nervenendigung sind die Ansichten verschieden.

Nach Max Schultze, welcher bezüglich der Nervenendigung ein Schema, gegründet auf Beobachtungen bei Hechten, aufstellt, treten die einzelnen varicösen Endfäserchen des Olfactorius, wie sie nach der pinselförmigen Auflösung des Primitivbündels frei geworden sind, zu den centralen Fortsätzen der Sinneszellen, die wie erwähnt wurde, ähnliche varicöse Fäserchen darstellen und verbinden sich mit denselben.

Nach Ranvier treten die terminalen Nervenfibrillen durch die Bindegewebsgrenze in das Epithel ein, ziehen durch die Basalzellenschicht durch, biegen oberhalb derselben um und stellen dann ein Geflechte dar, mit welchem die centralen Fortsätze der Sinneszellen in Verbindung treten.

Nach Exner sollen die terminalen Nervenfibrillen sowohl in die Stütz- als auch in die Sinneszellen eintreten, da nach diesem Autor beide Zellenarten als gleichartig angesehen werden und die Sinneszellen nur Jugendzustäude der Stützzellen darstellen sollen. Vor dem Eintritte der Nervenfasern soll es noch zur Bildung eines subepithelialen Nervennetzes kommen.

Nach allen Beobachtungen ist ein directer Zusammenhang zwischen Sinneszelle und Nervenendfaser derzeit noch nicht sichergestellt. Degenerationsversuche (Hoffmann, Colasanti und Exner) ergaben widersprechende Resultate.

Der Gehörapparat.*)

Von

Dr. W. Ellenberger,

Professor in Dresden.

1. Das äussere und mittlere Ohr. Am äusseren Ohre unterscheidet man a) die Ohrmuschel mit ihrem Muskelapparate und dem Schildknorpel, b) den äusseren Gehörgang mit dem Cürass; am mittleren Ohre a) die Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen und b) die Eustachi'sche Tuba mit dem nur bei den Einhufern vorhandenen Luftsacke. Zwischen dem äusseren und mittleren Ohre spannt sich das Trommelfell aus.

a) **Die Ohrmuschel.** Die Grundlage derselben bildet eine gebogene Knorpelplatte, die von dem integumentum commune überzogen wird. Die Knorpelplatte besteht grösstentheils aus elastischem Knorpelgewebe mit grossen meist dicht gelagerten Zellen; sie enthält aber auch Stellen

*) Die Originalbearbeitung dieses Kapitels hat unterbleiben müssen, weil der Herr Mitarbeiter, der diese Arbeit übernommen hatte, durch Krankheit an der Ausführung derselben behindert war. Der Vollständigkeit des Werkes halber musste demnach eine compilatorische Schilderung der betr. histologischen Verhältnisse Aufnahme finden.

von fibrösem und hyalinem Knorpel. Das Perichondrium ist reich an elastischen Fasern; diese treten in den Knorpel ein und bilden schöne und feine Netze zwischen den Knorpelplatten. Die Haut der Muschel zeigt den Bau des integumentum commune und ist arm an Fettgewebe; ihre Subcutis ist, namentlich innen, wenig entwickelt und hier dicht mit dem Perichondrium verschmolzen. An der concaven Fläche sind die Talgdrüsen stark, die Schweissdrüsen schwach entwickelt. Am Grunde der Muschel und um den äusseren Gehörgang liegt ein Polster von Fettgewebe.

Der Muskelapparat der Muschel besteht aus quergestreifter Muskulatur. Der Schildknorpel baut sich aus elastischem und fibrösem Knorpelgewebe auf und ist von sehnigem Bindegewebe umgeben.

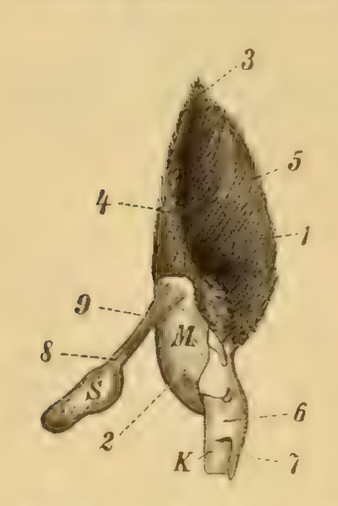


Fig. 318. Die Knorpel des äusseren Ohres vom Pferd. M) Muschelknorpel, K) Cürassknorpel, S) Schildknorpel, 1) Muschelspalte, 2) Grund der Ohrmuschel, 6) knorpeliger Gehörgang, 7) Griffelfortsatz der Ohrmuschel.

b) **Der äussere Gehörgang.** Die feste Grundlage desselben setzt sich aus einem knorpeligen und einem knöchernen Theile zusammen. Die knorpelige Partie wird zum Theil vom unteren Muschelende, zum Theil vom Cürass gebildet. Beide bestehen aus sog. Netzknorpel, in welchem aber zellarme Inseln von hyalinem oder Faserknorpel vorkommen. Der knöcherne Gehörgang besteht aus Knochengewebe und dem Periost.

Der ganze äussere Gehörgang wird von einer cutanen Haut ausgekleidet, die im Allgemeinen zwar den Bau der äusseren Haut erkennen lässt, aber im knorpeligen Theile viele stark entwickelte grosse Knäueldrüsen (Ohrenschmalzdrüsen) und wenig Haare, im knöchernen Theile keine oder nur schwach entwickelte Drüsen und keine Haare enthält.

Die Ohrenschmalzdrüsen, die, wie angegeben, im knorpeligen Theile dicht neben einander liegen, dagegen im knöchernen Theile entweder ganz fehlen oder nur spärlich vorhanden und schwach entwickelt sind, gleichen dem Baue nach den Schweissdrüsen. Die Drüsenzellen enthalten häufig gelbe oder braune Pigmentkörnchen und Fetttröpfchen; die Ausführungsgänge besitzen ein zweischichtiges Epithel. In der Umgebung der Drüsen kommen viel Muskelemente vor.

c) **Das Trommelfell.** An demselben kann man von aussen nach innen drei Hauptschichten unterscheiden: 1. die Dermoidschicht (die laterale Platte), 2. die membrana propria, 3. die Schleimhautschicht (die mediale Platte). Jede dieser drei Schichten zerfällt wieder in zwei Lamellen und zwar die Dermoidschicht in Epidermis und Corium; die membrana propria in die lateral gelegene Radialfaserschicht, deren Fasern von der centralen Parthie des Trommelfells (resp. dem Hammerstielansatze) strahlig nach der Peripherie verlaufen, und die mediale Circular-

faserschicht, deren Fasern concentrische Kreise zum Trommelfellcentrum bilden; die Schleimhautschicht in die Schleimhaut- und Epithellamelle. Die Dermoidschicht ist locker, die Schleimhautschicht fest und innig mit der membrana propria verbunden. Die beiden Lamellen der letzteren sind leicht von einander zu trennen.

α) Die membrana propria besteht aus straffen, bindegewebigen, wie angegeben angeordneten Fibrillenbündeln und enthält sehr wenig elastische Elemente. Die meist langgestreckten, spaltförmigen Zwischenräume zwischen den Bündeln, sind mit hyaliner Grundsubstanz und stern- und spindelförmigen Bindegewebszellen (v. Tröltsch) angefüllt. Auch gehen feinste, elastische Fasern, Blutgefässcapillaren und feine Nervenfasern durch dieselben hindurch. Die Radialbündel sind steif, wenig dehnbar und legen sich unter spitzem Winkel aneinander; die circulär verlaufenden Bündel verkürzen sich nach ihrer Loslösung und scheinen also dehnbarer zu sein als die ersteren. Die Radialfaserschicht ist centralwärts dicker als peripher; die Circulärfaserschicht ist dagegen am Rande undeutlich und wird peripher mächtiger, um aber an der Knorpelrinne wieder zu fehlen, während die radiären Bündel in den annulus cartilagineus übergehen. Die membrana propria verwächst mit dem Hammergriff, namentlich mit dem Ende desselben, indem die Radialfasern des Trommelfells in das Perichondrium einer an der Kante des Hammergriffes angebrachten Knorpelmasse übergehen. Die Circulärfasern verfilzen sich schon vorher mit den Radialfasern, sodass demnach am Hammergriff die beiden Schichten der Eigenhaut getrennt nicht mehr darzustellen sind.

β) Die laterale Platte des Trommelfells (die Cutisschicht) ist eine Fortsetzung der Haut des äusseren Gehörganges resp. des Integuments und gleicht in ihrem Baue einer papillenfreien, cutanen Schleimhaut. Sie ist sehr dünn und besitzt weder einen Papillarkörper, noch Haare, noch Drüsen. Ihr Epithel ist 2—3 schichtig. Am manubrium mallei ist die Dermoidplatte etwas verdickt.

γ) Die mediale Platte des Trommelfells (Schleimhautschicht) wird durch eine zarte Schleimhaut, welche ein dendritisches Fasergerüst mit kreisförmigen Maschen zur Grundlage hat, dargestellt. Sie ist innen mit einer einfachen Lage platter Epithelzellen belegt und besitzt daselbst, namentlich bei Neugeborenen, an der Peripherie vereinzelte Zotten und warzenförmige Gefässpapillen. Das Epithel gleicht in hohem Maasse dem Epithel der serösen Höhlen, z. B. dem des Zwerchfells. An einem halbmondförmigen Abschnitte oberhalb des kurzen Fortsatzes des Hammers fehlt die membrana propria (membrana flaccida). Der kurze Fortsatz selbst ist mit einer Knorpellage und einer fibrösen Membran, die mit der lamina propria zusammenhängt, versehen.

Das Trommelfell hat gewissermassen zwei Blutgefässsysteme. Das eine stammt von den Gefässen des Gehörganges und versorgt die Dermoid- und die gefässarme Eigenschicht; das andere stammt von den Trommelhöhlengefässen und versorgt die lamina mucosa. Beide anastomosiren unter einander.

Ein Blutgefässstämmchen (Art. auricul. profunda) verläuft mit dem Hammergriff und tritt zum Centrum des Trommelfells. Von hier aus sendet dasselbe radiäre Aeste zu einem peripheren Gefässkranz, welcher Zweige zur Paukenhöhle abgiebt. Die Venen sammeln sich in ein äusseres Ring- und zwei centrale, am Hammergriff entlanglaufende Gefässe. Diese letzteren umgeben die Arterie und bilden oft, namentlich am Hammergriff, förmliche Geflechte (Venenplexus) um dieselbe. Sie stehen mit den Venen der Trommelhöhle in Verbindung. Die Gefässe der Schleimhautschicht bilden ein regelmässiges Capillarnetz, welches wesentlich von den Gefässen der Pauken-

höhle stammt und auch in die Venen derselben mündet. Das zarte Cappillargebiet der Eigenhaut liegt besonders zwischen der Radiär- und Circulärfaserschicht, geht aber auch durch die Spalträume derselben und verbindet das Capillargebiet der Dermoid- mit dem der Schleimhautschicht.

Die Lymphgefässe bilden feinste subepitheliale capillare Netze in der Dermoid- und Schleimhautschicht (Kessel); in letzterer sind die Netze weitmaschiger und spärlicher. In der lamina propria sind grosse Lücken (Lymphspalten) mit Endothelbekleidung vorhanden; diese communiciren mit dem lateralen und medialen Lymphgefässnetz.

Die Nerven verlaufen mit den Arterien und bilden sowohl in der Dermoid- wie in der Schleimhautschicht dichte Netze, die man in je einen Grund-, einen Gefäss- und einen subepithelialen Plexus unterscheidet (Kessel). Die am Rete Malpighi liegenden Fasern sind mit Ganglienzellen versehen. — In der Eigenhaut findet sich ein Nervenfasernetz, welches von dem Grundplexus der Dermoidschicht entspringt. Die Nerven der letzteren Schicht stammen vom Gehörgang, die der Schleimhautschicht von der Trommelhöhle.

Der Annulus cartilagineus, an dem sich die membrana propria des Trommelfells befestigt, wird von Faserknorpel gebildet, dessen Grundlage aus netzförmig verflochtenem Bindegewebs- und zahlreichen elastischen Fasern besteht und kleine rundliche Knorpelkörperchen enthält.

d) **Die Paukenhöhle** besitzt eine knöcherne Wand, der sich innen ein Periost anlegt. Auf dieses folgt eine dünne Schleimhaut, die grösstentheils mit dem Periost verschmilzt, weshalb beide Membranen von vielen Autoren als eine einzige Haut aufgefasst werden. An einigen Stellen ist jedoch die Schleimhaut vom Periost getrennt und überbrückt Grüb-

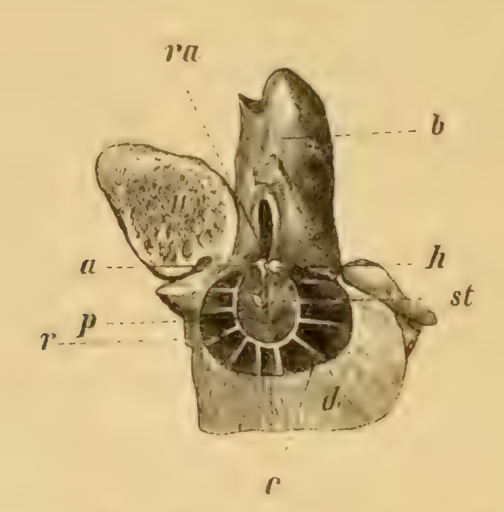


Fig. 319. Die Paukenhöhle des linken Ohres des Pferdes von innen gesehen (natürliche Grösse).

b) knöcherner äusserer Gehörgang, *c*) dünne Knochenlamellen, welche von dem Paukenfellringe nach *d* der knöchernen Blase der Paukenhöhle verlaufen und die letztere in Paukenzellen theilen, *w*) Warzentheil des Felsenbeins (durchgesprengt), *p*) Paukenfell, *r*) Paukenfellring, *h*) Hammer, *a*) Ambos, *st*) Steigbügel.

chen und Furchen desselben; an anderen Stellen bildet sie Falten und überzieht die in der Paukenhöhle vorhandenen Gebilde. Sie besteht aus einem lockeren Geflecht zarter Fibrillenbündel, welches von einem weitmaschigen Gerüst stärkerer, sehniger Züge durchflochten ist, keinen Papillarkörper bildet und vereinzelte Drüsen enthält. Ihre Innenfläche ist mit einem grösstentheils flimmernden Epithel bedeckt.

Das Epithel soll in den unteren Abschnitten flimmerndes Cylinder-, in den oberen flimmerndes Plattenepithel darstellen; an dem Ueberzuge der Gehörknöchelchen und an der Schleimhautschicht des Trommelfelles fehlen die Wimperhaare. — Das Vorkommen von Drüsen, die von Wendt, Krause, Kessel, v. Tröltsch, Politzer u. A. gesehen wurden, ist nicht absolut constant. Sie scheinen besonders im vorderen Theile der Trommelhöhle und gegen die Tuba hin aufzutreten. Sie stellen einfache Schläuche oder kleine acinöse Drüschen dar. Nahe der Tubenmündung findet sich eine grössere acinöse Drüse.

In der Trommelhöhle, von der freien Fläche ihrer Schleimhaut ausgehend, kommen — aber nicht constant — Bindegewebszüge vor, die als Residuen des fötalen Lebens zu betrachten sind (Politzer) und auf denen ovale (ellipsoide), gestielte, concentrisch geschichtete Bindegewebsgebilde mit bindegewebigem Axenstrang aufsitzen. — Die Paukenhöhlenmembran erstreckt sich auch in die Hohlräume des Warzenfortsatzes hinein. Sie ist hier sehr dünn, blass und gefässarm, mit Plattenepithel überzogen und mit dem Periost verschmolzen. Hier kommen namentlich die erwähnten Bindegewebsfalten in den concentrischen Körperchen vor.

Die Gehörknöchelchen bestehen aus compacter Knochensubstanz, welche zahlreiche Havers'sche Kanäle enthält. Spongiöse Substanz findet man nur im

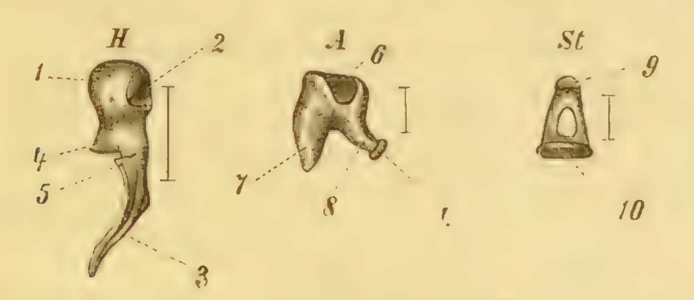


Fig. 320.
Die Gehörknöchelchen vom Pferd, die beigefügten Striche deuten die natürliche Grösse an.
H) Hammer, (1) Kopf, 2) Gelenkfläche, 3) Stiel, 4) langer, 5) kurzer Fortsatz des Hammers,) *A*) Ambos, (6) Gelenkfläche, 7) kurzer, 8) langer Schenkel,) *L*) Linsenbeinchen, *St*) Steigbügel, 9) Köpfchen, 10) Fusstritt des Steigbügels.

Inneren der dickeren Parthieen der Knöchelchen. An den Gelenk- und Reibflächen ist ein dünner Ueberzug von hyalinem Knorpelgewebe vorhanden.

Die Muskeln der Knöchelchen bestehen aus quergestreiftem Muskel-, die Sehnen aus Bindegewebe. In der Sehne des tensor tympani kommen Knorpelzellen vor.

Die Ligamente bauen sich aus Bindegewebe und elastischen Fasern auf.

Die Blutgefässe der Trommelhöhle (art. tympan., art. stylomastoid. u. s. w.) kommen von verschiedenen Seiten. Sie stehen mit denen der Knochenwand und dadurch auch mit denen des Labyrinths

in Verbindung und bilden ein oberflächliches Capillarnetz. — Die Lymphgefässe zeigen ein ähnliches Verhalten wie am Trommelfell, wie Kessel, welcher Saftkanälchen und Lymphcapillaren gefunden hat, nachwies. Sie formiren einen tiefen, dem Knochen anliegenden Plexus und besitzen an der Decke der Höhle einige kleine Follikel. Die Nerven stammen vom Pl. tympanicus und sind mit Ganglienzellen versehen, die sich oft zu Häufchen vereinigen. Am Boden der Höhle liegt der Jacobsohn'sche Nervenplexus.

Die knöcherne Wand der Paukenhöhle ist beim Pferd, Rind und Schwein spongiös (mit Paukenzellen versehen), beim Schaf, Ziege und Hund compact (ohne Paukenzellen), bei der Katze doppelt, mit einem Hohlraume zwischen beiden Platten.

e) Die **Tuba Eustachii.** Sie besteht aus der zum Theil knöchernen, grossentheils knorpeligen Grundlage, einer Schleimhaut und Muskeln.

Der Knorpel ist namentlich am os temporale und in seinen äusseren Partien hyalin, im Inneren und unten netzförmig. Die Grundsubstanz enthält einerseits faserige Zerklüftungen ohne Zellen und andererseits Zellhäufchen, die von elastischen Netzen umgeben sind. Der Uebergang der knöchernen in die knorpelige Tuba, d. h. des Knochen- in das Knorpelgewebe erfolgt allmählig.

Die dem Knorpel innig anliegende Schleimhaut trägt ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel, welches Becher- und Basalzellen besitzt. Ihre fibrilläre Grundlage zeigt Einlagerungen cytogenen Gewebes, welches stellenweise Solitärfollikel, die beim Schweine gruppenweise auftreten, bildet. Sie enthält in der Submucosa Schleimdrüsen. Diese kommen reichlich im knorpeligen und zerstreut im knöchernen Theile vor und fehlen am Boden der Rinne ganz. Die Submucosa ist im knöchernen Theile dünn, während sie im knorpeligen ein dickes, meist aus Längsbündeln bestehendes Periost bildet. Die Tubenschleimhaut geht einerseits in die der Paukenhöhle, andererseits in die der Rachenhöhle resp. des Luftsackes (Pferd) über.

Die Schleimhaut des Luftsackes des Pferdes ist etwas dicker als die Paukenhöhlenschleimhaut und enthält eine stärkere Lage von Drüsen.

Die Blutgefässe sind reichlich vorhanden und bilden ein oberflächliches, subepitheliales und ein tieferes, die Drüsen und das Fettgewebe umgebendes Capillarnetz. Sie stammen zum Theil von der Paukenhöhle, zum Theil von den Gefässen der Pharynwand ab.

Die Nerven sind theils marklos, theils markhaltig und mit mikroskopischen Ganglien ausgestattet. Ihre Endigung ist unbekannt

2. **Das innere Ohr** (Labyrinth). Das Labyrinth stellt ein häutiges Hohlraumsystem (häutiges Labyrinth) dar, welches rundum von Knochenmasse, die mit einem gegen das häutige Labyrinth gewandten Periost versehen ist, umgeben wird (knöchernes Labyrinth). Das häutige Labyrinth verhält sich demnach zum knöchernen, wie das Futter eines Kleidungsstückes zum Stoff desselben.

Das knöcherne Labyrinth besteht aus normaler Knochensubstanz; das häutige

aus einer den serösen ähnlichen Membran. Das Periost zeigt keine Besonderheiten, ist aber z. Th. nach innen mit Endothelzellen bedeckt.

Das häutige Labyrinth, dessen Innenraum eine lymphatische Flüssigkeit, die Endolymphe, beherbergt, liegt dem Knochen resp. dem Periost desselben nur an einzelnen Stellen dicht an, während an allen anderen ein Zwischenraum zwischen beiden bleibt, der nur von Bindegewebssträngen durchzogen wird, welche die Labyrinthhaut mit dem Periost verbinden. Von diesem Raume, in welchem sich eine lymphatische Flüssigkeit (Perilymphe) befindet, geht (und zwar von einer

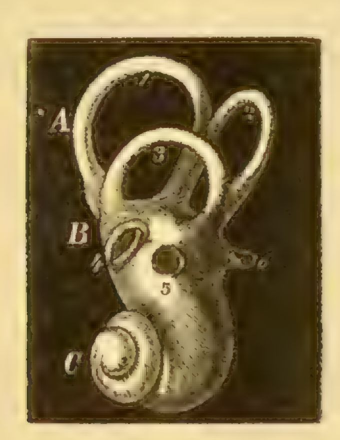


Fig. 321.
Das knöcherne Labyrinth des linken Ohres (doppelte Grösse).
A) halbzirkelförmige Kanäle, 1) unterer, 2) oberer, 3) äusserer halbzirkelformiger Canal, *B*) Vorhof, 4) eirundes Fenster, *C*) Schnecke, 5 rundes Fenster, 6) ein in die Schnecke führender Kanal.



Fig. 322. Das häutige Labyrinth mit durchgeschnittener Schnecke vom linken Ohre (doppelte Grösse).
A) halbzirkelformige Kanäle, *B*) Vorhof, aus rundem und eirundem Säckchen bestehend, *C*) Durchschnittene Schnecke; zeigt das Spiralblatt und die beiden Gänge, 6) Hörnerv und dessen Theilung in den Nerven des Vorhofes und der Schnecke.

Stelle der Schnecke aus) ein feines Kanälchen ab, das zum Subarachnoidealraum führt (aquaeductus cochleae) und demnach diesen mit dem Perilymphraum in Verbindung setzt.

Allgemeiner Bauplan. An dem häutigen Labyrinthe (Fig. 322 u. 323) unterscheiden wir zwei Otolithensäckchen, die Schnecke und die halbzirkelförmigen Kanäle (Bogengänge). Die beiden Säckchen, von denen das eine rundlich (Sacculus s. sacc. hemisphaericus) (Eig. 323 S), das andere elliptisch (Utriculus s. sacc. hemiellipticus) (Fig. 323 U) ist, liegen dicht neben einander zwischen der Schnecke und den halbzirkelförmigen Kanälen und sind durch den Aquaeductus vestibuli (einen Kanal)

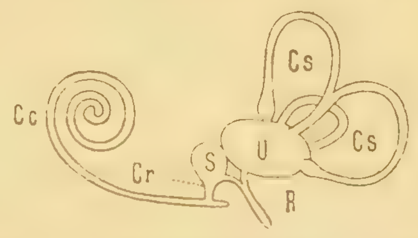


Fig. 323. Schema des häutigen Labyrinshs nach Waldeyer. *U*) Utriculus, *S*) Sacculus, *Cr*) Canalis reunicus, *Cc*) Schnecke, *Cs*) Bogengänge.

(Fig. 323 bei R) in einer Weise unter einander verbunden, dass dieser aus jedem derselben mit je einem, ein feines Kanälchen darstellenden Schenkel entspringt. An den einander abgewandten Wänden (Aussenwänden) der Säckchen befinden sich die gen. anderen Labyrinththeile und zwar am Sacculus die Schnecke (Fig. 323 Cc) und am Utriculus die halbzirkelförmigen Kanäle (Fig. 323 Cs). Die beiden Säckchen liegen in einer gemeinsamen Knochenhöhle, die als Vorhof bezeichnet und durch eine Leiste gewissermassen in zwei grubenartige Hohlräume (für die Säckchen) getrennt wird.

Die Bogengänge (canaliculi semicirculares) verhalten sich zum Utriculus wie hohle Henkel zu einem Topf. Es befinden sich drei Kanäle an dem Utriculus, so dass dieser wie ein kleiner Topf mit drei grossen Henkeln erscheint. Die drei Kanäle sind in drei nahezu senkrecht zu einander stehenden Ebenen angeordnet und zeigen an ihren Anfängen je eine mehr oder weniger kugelige oder ovale Auftreibung (die Ampulle).

Die häutige Schnecke liegt in der knöchernen und stellt einen häutigen Kanal dar, der in der Paukenhöhle, nahe am Sacculus, be-

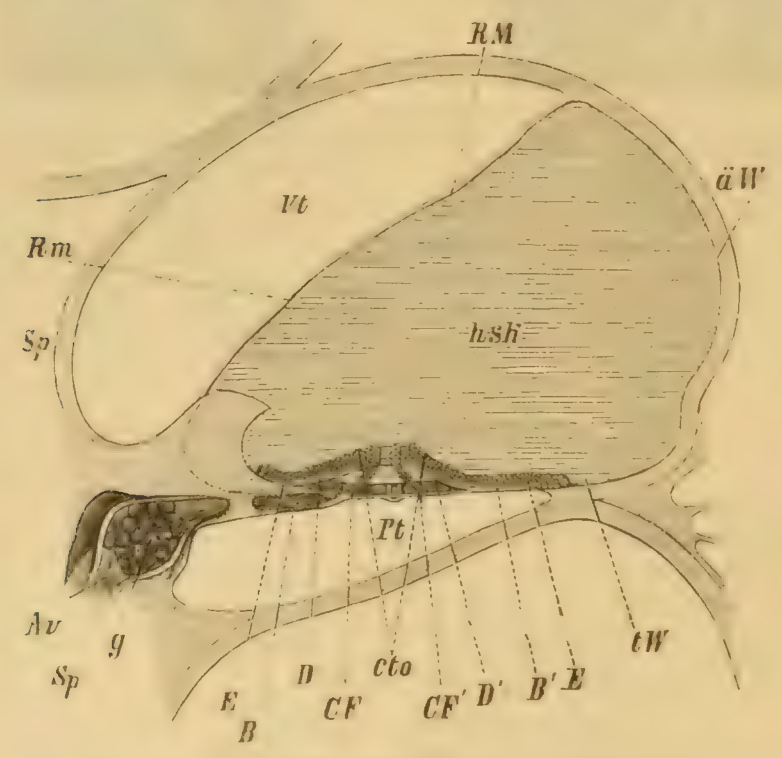


Fig. 324. Durchschitt der Schnecke nach Reichert.
Sp) Spindel der Schnecke, *B*) knochernes, *B'*) häutiges Spiralblatt der Schnecke. *Av*) Fasern des Schneckennerven, welche in das Spiralblatt eintreten und an dieser Stelle *g* Ganglienzellen enthalten, *Vt*) Scala vestibuli, *Tt*) Scala tympani, *hsk*) Ductus cochlearis (zu gross gezeichnet), *Rm RM*) Reissner'sche Membran (vestibuläre Wand), *äW*) äussere Wand, *tW*) tympanale Wand des Ductus cochlearis, *Cto*) Corti'sches Organ.

ginnend, eine kurze Strecke gerade vorläuft und sich dann schneckenartig um eine knöcherne, sehr poröse, von Nervenfasern etc. durchbohrte Axe (Modiolus) herumwindet. Sie steht an ihrem Anfange durch einen feinen Kanal mit dem Sacculus in Verbindung (Fig. 323 Cr) und ist gegen die Paukenhöhle hin nicht von Knochen umgeben, sondern durch eine feine Membran abgeschlossen. An ihrem anderen Ende ist sie blind geschlossen und wie auf ihrem ganzen Verlaufe von Knochen umhüllt. Der Innenraum des häutigen Schneckenkanales wird durch Scheidewände in drei Räume getheilt, wie nebenstehender Querschnitt (Fig. 324) zeigt.

Allgemein Histologisches. Die Wand des häutigen Labyrinths stellt eine dünne, bindegewebige Membran dar, welche an den cristae und maculae acusticae und an den Huschke'schen Zähnen verdickt, dagegen an der Reissner'schen Membran, an der fenestra ovalis und der lamina basilaris der Schnecke besonders dünn ist. Sie baut sich aus drei Schichten auf, einem Epithel (stratum epitheliale), einer Glashaut (stratum proprium) und einer lockeren Bindegewebslage.

Das Epithel besteht im Allgemeinen aus einer Lage platter, heller, polygonaler Zellen mit grossem, rundem Kern und stellt demnach ein einschichtiges Plattenepithel dar. An vielen Stellen, z. B. an den cristae und maculae acusticae und dem Corti'schen Organe treten Besonderheiten an dem Epithel hervor, welche später noch besprochen werden. An der concaven Seite der Bogengänge und an dem Dache der Ampullen sind die Zellen cylindrisch, sodass hier ein heller, schmaler Streif von Cylinderzellen, Raphe, (Hasse) gebildet wird.

Unter dem Epithel findet sich eine helle, homogene, im Utriculus und den Ampullen fibrilläre Membran (stratum proprium, Glashaut). Diese ist in den halbzirkelförmigen Kanälen auf ihrer dem Innenraum zugekehrten Seite mit Papillen versehen, die concentrisch gestreift erscheinen und mit dem besprochenen Plattenepithel bedeckt sind und an dem am Knochen festsitzenden Theile der Bogengänge fehlen.

An diese Membran schliesst sich nach aussen eine lockere gefässhaltige und an einzelnen Stellen sehr nervenreiche Bindegewebslage an, welche zahlreiche, elastische Elemente enthält und sich durch Fasern mit dem Periost verbindet. An denjenigen Stellen, wo das häutige Labyrinth dem knöchernen dicht anliegt, verschmilzt es mit dem Periost.

Specielles. 1. **Die Säckchen.** Ihre Membran ist mit lockerem Bindegewebe an die Vorhofswand befestigt; nur gegen die Steigbügelplatte und nach unten steht dieselbe frei ab, sodass hier ein grösserer Raum für die Perilymphe bleibt. Eine kleine Stelle der Schleimhaut an der medialen Wand jedes häutigen Säckchens ist verdickt und erscheint in Folge einer Ein- und Auflagerung von Kalkconcrementen undurchsichtig und getrübt. Diese Stellen werden die maculae acusticae genannt (Fig. 325). Die Haut ist hier, namentlich im Bindegewebslager, oft um das 10fache verdickt und in ihrer innern Schicht sehr zellreich, während

die äussere aus einem Bindegewebsnetz besteht. In letzteres sind zahlreiche Bündel von markhaltigen Nervenfasern eingelagert, die in den tieferen Schichten einen Plexus bilden (Fig. 326 n); aus diesem biegen zahlreiche vereinzelte Fasern fast rechtwinkelig ab, verlaufen gegen das Epithel, und dringen, nachdem sie vorher marklos und blass geworden sind, in dasselbe ein. Letzteres ist an diesen Stellen in ein Neuroepithel umgewandelt und besteht aus einer einfachen Schicht von 2 verschiedenen Zellarten, sogen. Haar- und Cylinderzellen, welche derartig alternirend gelagert sind, dass jede Haarzelle, die auf ihrem freien Ende das sogen. Hörhaar trägt, von 5 Cylinderzellen umgeben ist und umgekehrt.



Fig. 325. Querschnitt durch die macula acustica. a) membrana tectoria mit b) den Otolithen, c) Haarzellen mit den zwischenliegenden Cylinderzellen, n) Nervenfasern.

Die Cylinderzellen enthalten häufig gelbliche Pigmentkörnchen und haben eine mehr oder weniger cylindrische Gestalt; ihr freies Ende ist abgerundet und ohne Saum, die Basis gezähnelt, der Kern kugelig oder oval und peripher gelegen. Die Haar- oder Hörzellen sind flaschenförmig von Gestalt und in der Mitte leicht ausgebaucht. Ihr freies Ende ist verbreitert und mit einem cuticularen Saum versehen, aus dem ein steifes, zugespitztes Haar (Hörhaar, M. Schultze) hervorragt, welches ca. 90 μ lang ist und nach Retzius aus einem Bündel feinster Härchen besteht. Die basale Parthie der Zelle ist verschmälert und geht in einen breiten, gezähnelten Fuss aus. Der Kern liegt in der Zellausbauchung oder an der Basis. Der Zellleib ist leicht gekörnt.

Auf dem freien Ende der Hörhaare liegt nach Lang eine zarte Membran (membr. tectoria) und auf dieser finden sich Kalkconcremente (Hörsand, Otolithen), die durch eine schleimige Masse, in der sie liegen, zur Otoconie vereinigt werden.

Nach Anderen ragen die Haare in eine gallertige, netzförmig, balkenartig angeordnete Masse, in welcher grössere und kleinere Crystalle von kohlensaurem und vereinzelt auch solche von phosphorsaurem Kalk (Otolithen, Otoconie) vorkommen, hinein.

Die Blutgefässe der Säckchen bilden an den maculae acusticae reichliche Gefässnetze, während die übrige Säckchenwand weitmaschige Capillarnetze aufweist.

Die Nerven stammen vom n. acusticus und scheinen sich nur an den maculae acusticae, woselbst die Stämmchen eintreten in der angegebenen Art und Weise zu verbreiten und sonst zu fehlen.

2. **Die halbzirkelförmigen Kanäle**. Die häutigen Kanäle liegen in den Ampullen dem Periost der knöchernen Kanäle fest an, während sie in dem übrigen Theile mit Ausnahme eines adhärirenden Streifens am convexen Rande der Bogen von der Kanalwand weit abstehen und

gewissermaassen in der Perilymphe flottiren. Sie sind aber durch Bindegewebszüge an das Periost befestigt. An der convexen Seite der Bogengänge sind diese Stränge besonders dick und gefässhaltig und werden ligamenta labyrinthi canaliculorum (Rüdinger) genannt. In den eigentlichen häutigen Kanälen sind keine Nerven nachzuweisen; nur in den Ampullen wird je ein Acusticuszweig angetroffen, der die Cristae acusticae versorgt. In jeder Ampulle findet man nämlich einen scharf umschriebenen gelben Fleck vor, an dessen Innenseite eine leistenförmige Hervorragung zu bemerken ist (Crista acustica). Die cristae acusticae zeigen denselben Bau, wie die maculae acusticae. Auf der Hörleiste fehlt aber die Otoconie. Die Haare der Leisten sind länger als die der Otolithensäckchen.

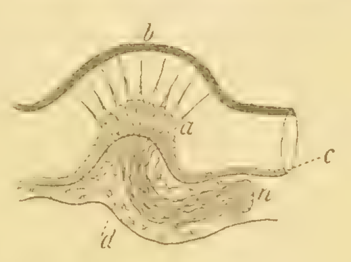
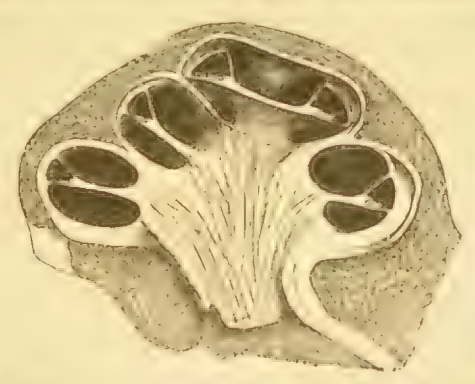


Fig. 326. Ampulle mit der Crista acustica.
a) Haar- resp. Hörzellen, *b*) membrana tectoria, *c*) Epithel des Vorhofs, *d*) Knochengewebe, in welchem *n*) der Nerv liegt.

Die Blutgefässe der Bogengänge stammen von denen des Vorhofs; die grösseren Gefässe liegen im perilymphatischen Raume und senden Aeste zum Periost, zu den ligamenta labyr. und zu den häutigen Bogengängen. In diesen bilden sie ein grobes Netz aus weit ausgezogenen Schlingen. Da in jede Oeffnung je eines knöchernen Ganges ein Gefäss eintritt und beide sich mit einander verbinden so entsteht ein Gefässbogen. An den Eintrittsstellen der Nerven in die Ampullen (unter den cristae acusticae) ist ein dichtes reiches Gefässnetz vorhanden.

Die Nerven der Bogengänge stammen vom Vestibularnerven und verhalten sich in den Ampullen an den cristae acusticae wie an den maculae acusticae der Säckchen. Das Verhalten der Nervenfasern im sonstigen Bereiche der Bogengänge ist unbekannt.

3. Die **Schnecke** zeigt einen sehr complicirten Bau. Ihr Innenraum, der sich durch die $2^1/_2$ Windungen der Schnecke erstreckt, wird


Fig. 327. Senkrechter Schnitt durch die Schnecke eines Kalbsembryo (Kölliker). Der Innenraum ist in 4 Windungen getroffen. In allen ist der Ductus cochlearis sichtbar.

durch eine horizontale, quere Scheidewand (lam. spiralis), die zum Theil (medial) eine knöcherne Grundlage besitzt, zum Theil (lateral) rein

häutig ist, in zwei Etagen abgetheilt, von denen — die Schnecke gestreckt und der Länge nach hingelegt gedacht — die obere scala vestibuli, die untere Scala tympani heisst. Die erstere führt zum Vorhofe, mit dessen perilymphatischem Raume (resp. dem Säckchen) sie durch den canalis reuniens verbunden ist; die letztere führt zur Paukenhöhle und hat dort eine durch eine Membran geschlossene Oeffnung (fenestra rotunda). Die Scheidewand der Schnecke reicht von der fenestra rotunda durch die ganze Schnecke hindurch, erreicht aber das blinde Ende (die Kuppel) derselben nicht ganz, so dass hier eine Verbindung beider Etagen besteht (Helicotrema).

In der Scala vestibuli findet sich nochmals eine und zwar schräg gestellte häutige Scheidewand (membr. Reissneri), welche dieselbe in einen oberen inneren grösseren und einen unteren kleineren Kanal trennt. Der letztere (Ductus, s. canalis cochlearis) enthält den eigentlichen Gehörapparat und steht mit dem Vorhofe in Verbindung.

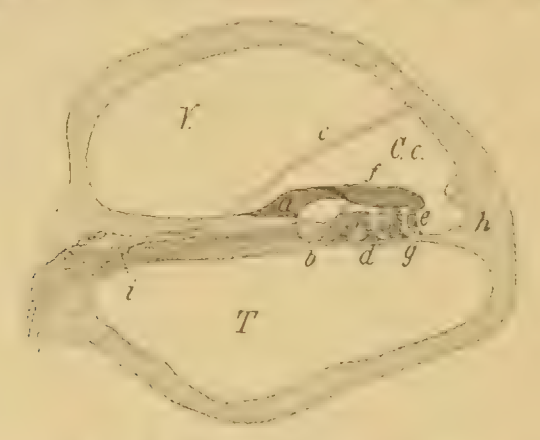


Fig. 328. Querschnitt der Schnecke.

V) Scala vestibuli, *T*) Scala tympani, *Cc*) Canalis cochlearis, *c*) Membrana Reissneri. *a*) vestibuläre, *b*) tympanale Lippe der lamina spiralis ossea, in welch letzterer *i*) das Ganglion mit den Nervenfasern liegt, *f*) membrana Corti, *g*) membrana basilaris, *d*) Org. Corti, *h*) Knochenmasse. Die häutige Strecke von *b* bis *g* ist fälschlich punctirt.

An einem Querschnitte durch den Canal der häutigen Schnecke sieht man drei Räume, und zwar basalwärts die scala tympani (Fig. 328 T), oben die scala vestibuli (Fig. 328 V) und zwischen beiden einen kleinen, dreieckigen Raum, den ductus cochlearis (Fig. 328 Cc). — Entfernt man die häutige Schnecke und durchschneidet die knöcherne allein, dann constatirt man, dass diese nur einen einfachen Innenraum umschliesst, in welchem von innen quer horizontal an Stelle der gen. Querscheidewand eine von der Axe der Schnecke (dem modiolus) entspringende, feine, sehr poröse Knochenplatte (lamina spiralis ossea) hineinragt, die aber die gegenüberliegende Wand nicht erreicht; an letzterer bemerkt man einen kleinen, knöchernen Vorsprung. An der Stelle, wo sich in der häutigen Schnecke die lamina Reissneri befindet, kommt in der knöchernen Schnecke kein Knochenblättchen vor. — Aus diesen Thatsachen erkennt man, dass die lamina spiralis nur in ihrem inneren Theil eine knöcherne Grundlage besitzt, im Uebrigen aber häutig ist (lamina spiralis membranacea), und dass die lamina Reissneri gar nicht durch Knochen gestützt, sondern nur durch eine Haut repräsentirt wird.

Die Schneckenmembran zeigt im Allgemeinen den oben geschilderten Bau. Zwischen ihr und der Knochenwand bleibt ein perilymphatischer Raum. Die wichtigsten Besonderheiten der Schneckenmembran finden sich im Ductus cochlearis.

Ductus cochlearis. Dieser dreiseitige Kanal steht an seinem Anfange durch den canalis reuniens mit dem Vorhofe in Verbindung und erstreckt sich bis gegen die Spitze der Schnecke, woselbst er blind endet. Er ist an seinem Kuppel-Ende am breitesten und verjüngt sich allmählich gegen das andere Ende. Die obere Wand des Schneckenkanales, d. h. seine innere Kathete (Fig. 328c) wird durch die membr. Reissneri (eine Fortsetzung der Labyrinthhaut), die untere, tympanale (Grundlinie) (Fig. 328g) durch die lamina basilaris (dem Endtheil der lamina spiralis ossea und der lamina spiralis membranacea) und die äussere Kathete (Fig. 328h) durch die Aussenwand der Schnecke gebildet. An letzterer bemerkt man eine Verdickung des Periost in Form eines bandartigen Streifens (ligamentum spirale), welche nach oben und unten allmählich an Dicke abnimmt und in der Haut der scala tympani und vestibuli verläuft. An diesem Streifen (Fig. 329p) befestigt sich die lamina basilaris. An der Ansatzstelle derselben springt das ligamentum spirale wie eine Leiste oder Kante in den Schneckenkanal vor. Auf der freien Fläche des ligamentum spirale bemerkt man einen aus einem Kapillarnetz bestehenden Streifen (stria vascularis). —

An der Aussenwand (dem halbmondförmigen Bindegewebspolster) des Schneckenganges kann man 4 Schichten unterscheiden, 1. das Periost, 2. lockeres, zellreiches Bindegewebe in dicker Schicht, 3) die structurlose Membran mit der stria vascularis und 4. die einschichtige, aus cubischen Zellen bestehende Epithellage. Am Sulcus spiralis externus ist das Epithel deutlich cylindrisch. An der Grenze zwischen der scala tympani und dem ductus cochlearis liegt eine Vene, die in das Lumen des letzteren vorspringt (vas prominens). Die stria vascularis besteht aus zahlreichen, gewundenen Capillaren, zwischen und über denen rundliche, bräunliche Pigmentkörnchen führende, mit langen Ausläufern versehene Zellen liegen.

Die Reissner'sche Membran (Fig. 329c) entspringt an der Leiste der lamina spiralis ossea und läuft im spitzen Winkel schräg nach oben zum ligamentum spirale. Sie stellt eine sehr zarte, gefässhaltige, aus sehr feinfaserigem Bindegewebe bestehende Membran dar, die auf der dem Ductus cochlearis zugekehrten (cochlearen) Seite mit kubischem oder polygonalem Plattenepithel mit wandständigem Kern und auf der der scala vestibuli zugewandten (vestibulären) Seite mit grosszelligem, serösem Endothel (Waldeyer) in einfacher Schicht bedeckt ist.

Von der tympanalen Wand hat nur ein sehr kleiner, in dem spitzen Winkel des Schneckencanales gelegener Abschnitt eine knöcherne Grundlage (Fig. 329r). Diese wird von der äussersten Randzone der lamina spir. ossea gebildet und besteht aus zwei Knochenlamellen, einer vestibulären und einer tympanalen, ist gefurcht und endet mit zwei Lippen (lab. tympan. und vestib.) Die vestibuläre Lippe ist nach dem duct. cochl. aufgebogen (Fig. 329n', 328a), die andere (Fig. 328b und 329*o*) läuft gerade fort und dient der lam. basilaris zur Anheftung. Zwischen

beiden Lippen bleibt ein Ausschnitt resp. eine Rinne (sulcus spiralis internus), die mit einer Lage grosser, heller, polygonaler Zellen (Claudius) ausgekleidet ist (Fig. 329 pl'). Das Ende der vestibulären Lippe besteht aus osteogenem Gewebe (homogenes Grundgewebe mit Fasern und sternförmigen Zellen) und ragt in Form einer Leiste in den duct. cochl. vor (crista spiralis). Diese, welche die obere Wand des sulcus spiralis darstellt, bildet Wülste und erscheint am freien Rande demnach zahnartig gezackt. Die zahnartigen, kegel-

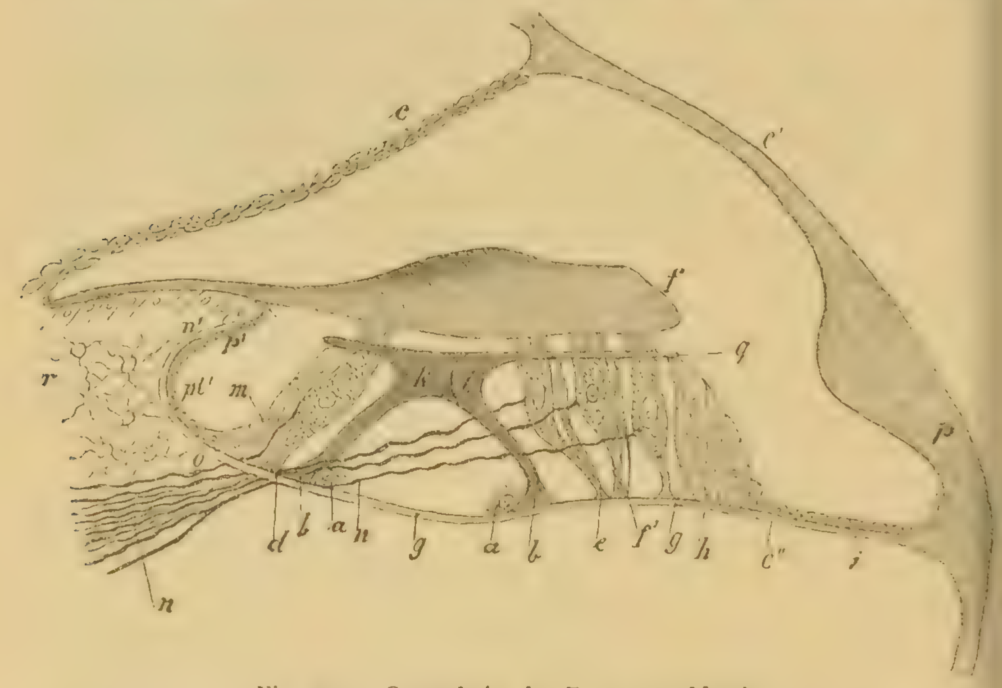


Fig. 329. Querschnitt des Ductus cochlearis.
a a) innere Bodenzellen, *b b*) Fuss der Pfeiler, *k*) Kopf des Innen-, *l*) des Aussenpfeilers, *c*) obere Wand (membrana Reissneri, tympanale Wand), *c'*) Aussenwand, *c''* und *g*) untere Wand (vestibuläre Wand) des Ductus cochlearis, *d*) innere, *e*) äussere Haarzellen, *f'*) Spindelzellen zwischen den äusseren Haarzellen (Deiters Zellen), *f*) membrana Corti (tectoria), *q*) membrana reticularis, *g*) membrana basilaris, *h*) Stützzellen Hensen's, *i*) Epithel, *m*) innere Deckzellen, *n*) nervus cochlearis, *p*) ligamentum spirale, *p'* und *pl'*) Spiralausschnitt, *n'*) obere, *o*) untere Lippe des knöchernen Spiralblattes *r*.

förmigen Zacken haben den Namen Huschke's Gehörzähne erhalten. Die tympanale Lippe besteht aus zwei Knochenlamellen, zwischen denen die Fasern des n. cochleae (Fig. 329 n) verlaufen. Der häutige Theil der tympanalen Wand, welcher gegen die Kuppe hin an Breite immer mehr zunimmt, stellt die eigentliche lamina basilaris (spiralis mebranacea) dar (Fig. 329 gg). Sie beginnt an der tympanalen Knochenlippe und endet am lig. spirale. Da, wo sie entspringt, wird sie von den aus dem Knochen kommenden zahlreichen Nervenfasern durchbohrt und erscheint demnach, von oben betrachtet, stark durchlöchert

(Zonula perforata). Ihre äussere, am ligam. spirale endigende Parthie (c″) erscheint gestreift und heisst Zonula pectinata. Der zwischen der Zona perforata und pectinata gelegene Theil der lamina spiralis wird Zona tecta s. arcuata genannt und trägt das Corti'sche Organ. Sie wird auch mit der perforata zusammen als Zona nervea bezeichnet. In ihr verläuft ein Gefäss (vas spirale).

Die lamina basilaris besteht aus drei Schichten, nämlich einer faserigen Eigenhaut (membrana nervea), die oben von einer cochlearen und unten von einer tympanalen Lamelle überzogen ist. Die cochleare Lamelle stellt eine Basalmembran dar; die mittlere Schicht besteht aus einer gleichmässigen Grundsubstanz und einer einfachen Lage drehrunder Fasern, die von der Knochenlippe aus divergirend (radiär) nach dem ligam. spirale verlaufen und sich dort befestigen. Sie geben der Membran, sobald sie weiter auseinander liegen (also ungefähr am Ende des mittleren und im äusseren Drittel derselben) ein streifiges Aussehen (Zona pectinata). Diese saitenartig ausgespannten Fasern liegen in einer glashellen Masse, sind regelmässig angeordnet, unmessbar fein und in der Zona tecta noch sehr undeutlich, weil sie noch zu nahe an einander liegen. Die tympanale Lamelle besteht aus einer structurlosen Grundsubstanz, spindelförmigen Zellen und Bindegewebsfasern.

Das **Corti'sche Organ**, welches, wie gesagt, auf der Zonula tecta der membrana basilaris liegt, stellt den Nervenendapparat dar und erscheint auf dem Querschnitt als eine wulstartige, papillenähnliche Erhöhung (papilla spiralis, Huschke). Der ganze Apparat besteht aus: 1. dem Stützapparat (den Corti'schen Pfeilern oder Bögen), 2. Zellen, 3. der lamina reticularis und 4. der membrana tectoria.

1. Die Pfeiler. Sie stellen leicht geschweifte, elastische Stäbchen mit angeschwollenen Enden dar und stehen aufrecht auf der lamina basilaris. Jeder Pfeiler besteht zunächst aus Fussplatte, Körper und Gelenkende resp. Kopf. Der Körper ist stabartig, der Fuss erscheint verbreitert und sitzt auf der l. basilaris auf, an die er angekittet ist. Der Kopf ist kolbig und am Innenpfeiler mit einer pfannenartigen Vertiefung versehen. Die Pfeiler sind in 2 Reihen, einer inneren und einer äusseren angeordnet. Die hinter einander stehenden Pfeiler jeder Reihe berühren sich mit Kopf und Fusstheil, so dass in der Mitte d. h. zwischen den Körpern je zweier Pfeiler eine Spalte bleibt. Die Fusstheile der Pfeiler beider Reihen, wovon die der einen an der äusseren Grenze der Zona perforata, die der anderen auf der Zona tecta stehen, sind 60—70 μ von einander entfernt. Nach oben sind die Pfeiler wie Dachsparren gegen einander geneigt und verbinden sich mit den Kopfenden mit einander, und zwar derart, dass der Aussenpfeiler mit einer convexen Fläche in eine concave des Innenpfeilers, also wie ein Gelenkkopf in eine Gelenkpfanne eingreift. So entsteht ein Bogen. Indem nun die Bögen an eineinder anschliessen, bilden sie einen Tunnel, der mit Flüssigkeit gefüllt ist. An der Innenseite des Fusses jedes Pfeilers (also im Tunnel) befindet sich eine dünne Protoplasmaplatte mit einem Kern (innere Pfeiler- oder Bodenzelle). Am Kopfende besitzt jeder Pfeiler eine mit der lamina basilaris mehr oder weniger parallel gestellte Kopfplatte, an die sich

die lamina reticularis befestigt. Am Innenpfeiler kommt ausser der Platte noch ein nach innen gerichteter, zugespitzter Fortsatz vor.

Die Pfeiler, welche man mit Saite (äussere) und Bogen (innere) verglichen hat, scheinen modificirte Zellen zu sein; sie sind längsfaserig, ihre Fasern verschmelzen mit denen der Basalmembran; sie nehmen, weil der Duct. cochl. gegen die Kuppel weiter wird, gegen diese an Länge zu. Damit steigert sich auch die Spannweite der Bögen.

Die Pfeiler der Innenreihe sind zahlreicher als die der Aussenreihe (b. M. 6000 : 4500, Waldeyer), so dass der Kopftheil der Aussenpfeiler oft 2, ja sogar 3 Innenpfeiler berührt.

2. Die Zellen. Beiderseits (aussen und innen) schliessen sich an die Pfeilerreihen (also ausserhalb des Tunnels) Zellen an, die mehreren Zellenarten zuzurechnen sind. Die wichtigsten unter denselben sind die als sog. Haarzellen auftretenden, an ihrer Stirnseite ein Haarbüschel tragenden Neuroepithelzellen (b. M. 16—20 000 Stück), die je nach ihrer Lage als äussere oder innere Haarzellen bezeichnet werden. Die äusseren, die an der Aussenseite des äusseren Pfeilers stehen, bilden drei (b. M. 4), die inneren eine Zellreihe. Die Zellen jeder Reihe sind in der verdickten Kerngegend scheinbar zu einer zusammenhängenden Masse unter einander verbunden.

Die Haarzellen sind membranlos, haben eine mehr oder weniger kegelförmige oder cylindrische Gestalt und sind am freien Ende (der kreisformigen Stirnfläche) mit einem Saum versehen, auf welchem eine Anzahl (10—12) feinster, zugespitzer Härchen (Stabchen) sitzt. Dieses behaarte Ende steckt in hexagonalen Oeffnungen der membr. reticularis in hufeisenartiger Anordnung.

Der Zellleib ist granulirt und enthält einen hellen, ellipsoiden Kern. Das untere Zellende geht in einen Faden aus, der sich fächerartig verbreitert (Fussplatte), sich dann dreifach spaltet in glänzende, homogene Fäden und mit 3 Fasern der Grundmembran verbunden ist. Die inneren Haarzellen stehen mit ihrer Basis auf einer kleinzelligen Kornerschicht (Böttcher, Waldeyer). Die äusseren Haarzellen enthalten über dem Kern einen eigenthümlichen, von einem Spiralfaden umwickelten, ovalen Korper (Spiralkorper), der dunkler und kleiner als der Zellkern ist und feinkörnig erscheint.

An die inneren Haarzellen schliessen sich mehr oder weniger spindelförmige oder dreistrahlige Zellen (innere Deckzellen) (Fig. 320 m) an, die, allmählich an Höhe abnehmend, in das Epithel des sulcus spiralis übergehen. Sie liegen anfangs mehrschichtig (Körnerschicht) und sind mit Fortsätzen versehen, die sich durchkreuzen und sich an die Basilaris anheften.

Zwischen je zwei Reihen der äusseren Haarzellen liegt eine Reihe eigenthümlicher, platter, nach beiden Enden zulaufender, spindelförmiger Zellen (Deiters'sche Zellen). Sie alterniren mit den Haarzellen, bilden ebenso viel Reihen als diese und treten in gleicher Zahl mit denselben auf. Es liegen demnach drei spiralig verlaufende Reihen von Haar- und Spindelzellen alternirend neben einander, (also an der Aussenfläche der äussersten Haarzellreihe noch eine Spindelzellreihe).

Die Spindelzellen bestehen aus einem unteren helleren, cylindrischen und oberen kegelformigen, dunkleren, streifigen Abschnitte. Mit dem cylindrischen Theile liegen

die Zellen jeder Reihe dicht an einander und verzahnen sich durch Unebenheiten der Oberfläche mit einander. Nach oben gehen sie in einen homogenen Faden aus, der an die membr. reticul. herangeht. Der Kern liegt in der Mitte und ist oval. Sie werden von vielen Forschern nur als Fortsätze der Haarzellen betrachtet und sollen die Faserenden der Haarzellen in sich aufnehmen. Sie bilden also mit den Haarzellen sog. Doppelzellen.

Nach aussen folgen cylindrische und pyramidenförmige Zellen (Hensen'sche Stützzellen) (Fig. 329h), die an Höhe bald abnehmen und in das Epithel der Zona pectinata (Fig. 329i) übergehen. Diese besitzt eine Lage heller, polygonaler Epithelzellen, die bis zu einer durch eine Vene (vena prominens) bedingten, prominentia spiralis genannten Erhöhung der Aussenwand des Schneckencanales etwas an Höhe zunehmen.

3. Die lamina reticularis (spiralis) (Fig. 329q) ist eine Cuticularschicht und hält die äusseren Haar- und Deckzellen in der Lage. Sie bedeckt die Zellen des Corti'schen Organes von oben, hat aber Oeffnungen für die Haarbüschel. Sie ist also gewissermassen netzförmig und besteht aus Gliedern resp. Feldern (Phalangen), die zwischen den mit einer Cuticula versehenen Stirnseiten der Haarzellen liegen und sich an deren Rande, d. h. an der Basalseite der Haarbüschel befestigen. Die lamina reticularis entspringt an den Kopfplatten der Pfeiler.

4. Die membrana tectoria (Corti'sche Membran) (Fig. 329f) reicht von dem Ursprunge der Reissner'schen Membran bis zum äussersten Ende der papilla spiralis. Sie entspringt an der oberen Fläche der knöchernen Spiralplatte, resp. den Huschke'schen Zähnen und liegt auf dem Haarbesatz der Haarzellen. Sie ist ziemlich resistent gegen Reagentien und erscheint etwas gefasert. Ihre obere Seite ist weich, die untere erscheint härter. Das Ganze ist eine Cuticularbildung.

An dieser Membran hat man 3 Zonen unterschieden: die structurlose, unebene Innenzone, die an den Huschke'schen Zähnen liegt; die mittlere freie und die äussere auf den Zellen liegende, an der letzten Haarzelle endende Zone. Die beiden letzteren erscheinen aus radiär und wellig verlaufenden Fäserchen aufgebaut und vestibulär noch von einem Netz hyaliner Fäserchen bedeckt. Die zweite Zone ist dicker als die äussere, welche gallertig, weich und elastisch erscheint.

Die Knochenmasse der Schnecke ist an der Innenfläche (der gegen die Hohlräume gekehrten Wand) compact, spröde, arm an Zellen. Die lamina spiralis ist mehr porös und enthält etwas Mark. Der modiolus besteht aus bröckligem und lockerem Knochengewebe, in welchem ebenfalls Mark vorkommt.

Das Periost ist reich an elastischen Fasern und im Schneckengang mit Endothel bekleidet. In seinem Bndegewebe kommen vielfach sternförmige, bräunliche Pigmentzellen vor.

Die membrana tympani secundaria besteht aus festem Bindegewebe und ist nach der Paukenhöhle hin mit Plattenepithel überzogen. Sie baut sich aus einer membrana propria, einem äusseren und inneren Bindegewebs- und einem Epithelüberzug auf.

Die Umrandung des ovalen Fensters des Vorhofs ist mit einem hyalinen Knorpel ausgestattet. An diesem Randknorpel befestigt sich eine hauptsächlich elastische Faserlage, welche die Oeffnung schliesst und sich am Fusse des Steigbügels

befestigt. An einer kleinen Knochenleiste am Paukenhöhlenrande der fen. oval. entspringt der n. fixator baseos stapedis. Er besteht aus glatter Muskulatur und befestigt sich zwischen Steigbügelplatte und Steigbügelschenkel (Rüdinger).

Die Nerven des Labyrinths stammen vom n. acusticus. Dieser spaltet sich in den n. vestib. und cochleae. Ersterer theilt sich in drei Zweige, welche die Säckchen und die Bogengänge versorgen. Der n. cochleae giebt zunächst einen Zweig zum Sacculus ab, verläuft dann in der Spindel nach oben bis zur Kuppel der Schnecke. Auf diesem Wege sendet der Nerv fortwährend Bündel resp Faserbüschel in die lamina spiralis ossea. Vom Modiolus strahlen die Fasern dieser Büschel fächerartig aus und verlaufen radiär zwischen den beiden Lamellen des Spiralblattes zur lamina basilaris Sie bilden, indem sie unter einander anastomosiren, ein Geflecht mit reichlich eingelagerten, bipolaren Ganglienzellen (Zona ganglionaris, Fig. 328 *i*). Das eigentliche Ganglienlager (Gangl. spirale) liegt zwischen den Faserbündeln der Spindel und der Spirallamelle, an der Peripherie des Modiolus in einem Canale, den man den Rosenthal'schen nennt. Die aus dem Plexus entspringenden Fasern werden nach aussen immer feiner und verlieren ihr Mark. Diese marklosen Fasern (nackten Achsencylinder) treten durch regelmässig gestellte Spalten, die sich im Anfangstheil der lamina spiralis membranacea befinden, in die papilla spiralis ein. Hier bilden sie wahrscheinlich sofort einen Plexus und verlaufen dann, durch eine Körnerschicht (ein Lager kleiner, rundlicher Zellen) hindurchtretend, zu den Haarzellen (Waldeyer) resp. in dieselben hinein. und zwar die innern direct, während die zu den äusseren Haarzellen gehenden Fasern durch den Spalt zwischen je zwei inneren Corti'schen Pfeilern in den Tunnel eindringen, diesen quer durchsetzen. dann zwischen je zwei äusseren Pfeilern hindurch wieder nach aussen treten und an die äussseren Haarzellen gelangen (Waldeyer); sie dringen vielleicht in die Zellen ein (Hensen) und umspinnen spiralig einen kernartigen, oberhalb des Kernes gelegenen Körper der Aussenzellen (Spiralkörper).

Am Boden des Tunnels bildet sich von Fasern, die nicht zu den Zellen gehen, ein äusserst feines Netz von Nervenfasern. Ob auch die zu den Haarzellen gehenden Fasern vorher erst ein Netz bilden (dicht an den Spalten der zona perforata), ist zweifelhaft.

Die Blutgefässe des Labyrinths stammen von der art. auditiva interna und den Paukenhöhlengefässen (vasa communicantia), verlaufen meist mit den Nerven und vertheilen sich in den verschiedenen Abschnitten des Labyrinths. Die auditiva interna spaltet sich in die art. vestib. und cochlearis. Erstere geht zum Vorhof, letztere zur Schnecke. Durch die Vertheilung beider Gefässe entsteht ein zusammenhängendes Capillarnetz, welches sich durch das ganze Labyrinth erstreckt.

Die Schneckenarterie bildet viele Anastomosen und liegt besonders im canalis centralis. Im Modiolus bilden sich in den Knochenlücken eigenthümliche Gefäss-

knäuel. Die Capillarnetze der Schnecke findet man in allen ihren Theilen, mit Ausnahme der reticulirten und der Corti'schen Membran.

Die Venen sammeln sich in der Schnecke besonders in der v. spiralis und prominens. Im Uebrigen verlaufen sie meist mit den Arterien. Sie gehen zum sinus petrosus superior.

Die Lymphbahnen. Die peri- und endolymphatischen Räume werden als Lymphräume und die Wasserleitungen als Verbindungen dieser mit Lymphgefässen aufgefasst. Der Aquaeductus vestibuli entspringt im Vorhofe (resp. Utriculus) und geht zur dura mater, und mündet daselbst in einem blinden Sacke (saccus lymphaticus). Er verbindet die Endolymphe mit diesem Sacke. — Der Aquaeductus cochleae entspringt im perilymphatischen Raume der scala tympani und geht zum Subarachnoidealraum und in ein die vena jugularis begleitendes Lymphgefäss (Hasse).

Der Gesichtsapparat.

Von

W. Schlampp,

Docent für Augenheilkunde an der Thierarzneischule in München.

Der Gesichtsapparat setzt sich aus dem eigentlichen, doppelseitig und symmetrisch im Kopfe angebrachten Sehorgan, dem Auge oder Augapfel (bulbus oculi), den diesen umgebenden Schutzorganen, nämlich Augenlider und Thränenapparat, sowie aus dem sich am Bulbus inserirenden Muskelapparat zusammen.

A. Der Augapfel. (Auge, Bulbus.)

Wenn wir für gewöhnlich die Form des Augapfels praktisch mit einer Kugel vergleichen, so ist hierbei weniger an die mathematisch richtige Form zu denken, sondern vielmehr nur an eine Annäherung an die Kugelgestalt. Am nächsten noch bei unseren kleineren Haussäugethieren (Hund und Katze) der Kugelgestalt, wird die Aehnlichkeit bei den grossen Haussäugethieren eine immer geringere. Der Grund der Abweichung von der Kugelgestalt ist in zwei verschiedenen Momenten gelegen, einmal im Verhältniss der Länge der einzelnen Augapfeldurchmesser und dann in der wechselnden Krümmung der verschiedenen Augapfel-Segmente.

Einmal von der Grundform der Kugel ausgehend, hat man zum Zwecke genauerer topographischer Orientirung verschiedene Bezeichnungen eingeführt und unterscheidet zunächst zwei Pole, von denen der vordere in den Mittelpunkt der Hornhaut, der hintere in den Mittelpunkt der hinteren Augapfelkrümmung zu liegen kommt. Jene gedachte gerade Linie, welche diese beiden Pole verbindet, bezeichnen wir als Augenaxe, und zwar wenn wir von der äusseren Oberfläche der Hornhaut zur Aussenfläche der Sclera messen als »äussere Augenaxe«, dagegen wenn wir anders von der Hinterfläche der Hornhaut bis zum entsprechenden Punkte der Netzhaut die Linie ziehen, als »innere Augenaxe«. Denken wir uns beide Augapfel-Pole nicht durch eine gerade Linie verbunden, sondern durch Linien, welche wir über die Oberfläche des Bulbus ziehen, so erhalten wir die Meridiane, und construiren wir senkrecht auf diesen Meridianen verlaufend in der grössten Breite des Augapfels eine Kreislinie, so haben wir den Aequator des Auges vor uns.

Was die Verhältnisse des Längen- und Querdurchmessers (der beiden wichtigsten Augapfel-Durchmesser) bei den einzelnen Haussäugethieren betrifft, so fand Emmert (Zeitschr. f. vergl. Augenhlkde, IV. Jahrg. 1886) folgende Werthe:

bei	Pferd	Ochse	Kuh	Schaf	Schwein	Hund	Katze
Grösster **Längendurchmesser** (in Millimeter) . . .	50—53	43—43,5	41—42	30,5—31	26—27	21—22	21
Grösster **Querdurchmesser** (in Millimeter) . . .	50—51	43—43,5	40—41	30,5—31	25—26	20—21	21

Das Volumen des Augapfels wird von Emmert im Mittel angegeben:

bei	Pferd	Ochse	Kuh	Schaf	Schwein	Hund	Katze
in Cubikcentimet.	45	32	30,5	12,2	9,3	5,1	4,9

Der gleiche Autor stellte das mittlere Verhältniss des Körpergewichtes (in Kilogramm) zu beiden Augäpfeln (in Cubikcentimeter gemessen) fest:

bei	Pferd	Ochse	Kuh	Schaf	Schwein	Hund	Katze
auf	4067 : 1	8687,5 : 1	7188,5 : 1	1468 : 1	8189 : 1	960,8 : 1	336,7 : 1

Bei einer derartigen Vergleichung des Körpergewichtes mit dem Augapfel-Volumen begehen wir keinen allzu grossen Fehler, denn Emmert hat in der gleichen Publikation nachgewiesen, dass Gewicht und Volumen des Augapfels — insofern derselbe in ganz frischem Zustande der Untersuchung unterworfen wird — sich gleich sind, und dass man somit berechtigt ist, einen Cubikcentimeter Auge ungefähr oder sogar gleich einem Gramm Auge, und auch einen Cubikcentimeter Linse, Glaskörper, Kammerwasser oder Bulbushäute einem Gramm Linse, Glaskörper, Kammerwasser oder Bulbushäute gleich zu setzen.

Was das Volumen- (und mithin Gewichts-)Verhältniss einzelner Bulbustheile zum ganzen Augapfel betrifft, so finden wir folgende Werthe:

bei	Volumen eines Augapfels zum Volumen seiner Linse in Cubikcentimeter	Volumen eines Augapfels zum Volumen der vorderen Augenkammer in Cubikcentimeter	Volumen eines Augapfels zum Volumen seines Glaskörpers in Cubikcentimeter	Volumen eines Augapfels zum Volumen der Bulbushäute in Cubikcentimeter
Pferd	16,3 : 1	18,0 : 1	1,6 : 1	4,0 : 1
Ochse.	14,5 : 1	18,5 : 1	1,5 : 1	4,5 : 1
Kuh.	15,0 : 1	19,0 : 1	1,5 : 1	4,7 : 1
Schaf	13,1 : 1	15,3 : 1	1,74 : 1	3,5 : 1
Schwein . . .	12,4 : 1	27,7 : 1	1,6 : 1	3,7 : 1
Hund	10,2 : 1	11,9 : 1	1,6 : 1	5,1 : 1
Katze	9,8 : 1	8,8 : 1	1,75 : 1	4,9 : 1

Die Form des Bulbus ist bedingt und wird während des Lebens stetig conservirt durch die äusserste Umhüllungshaut, die **Tunica externa**, welche ihn vollständig umgiebt und sowohl durch die Consistenz ihres Gewebes als auch durch den Druck des Augapfelinhaltes straff gespannt erhalten wird. Aeusserlich lässt diese Tunica externa zwei gut unterscheidbare Partien erkennen, die in dem im vorderen Augapfelabschnitte gelegenen **Sulcus Sclerae** — welcher zumeist die Abweichung des Augapfels von der Kugelgestalt bedingt — in einander übergehen: die nach vorne zu gelegene, mit kleinerem Krümmungsradius versehene, allerorts transparente **Cornea** oder **Hornhaut** als die kleinere Abtheilung und die die grössere nach hinten gelegene Bulbusoberfläche bedeckende, sehnig glänzende **Sclera** oder **Lederhaut** mit dem grösseren

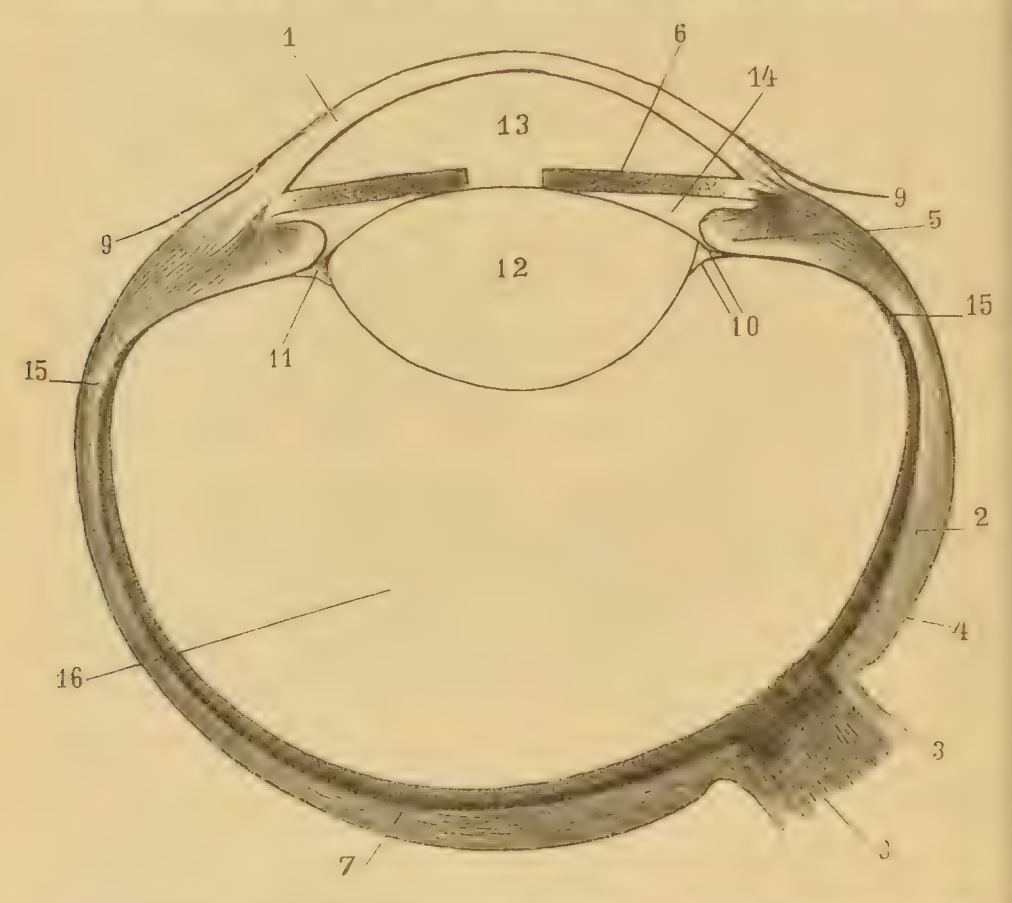


Fig. 330. Verticaler Durchschnitt durch das gefrorene Pferdeauge. Doppelte Grösse. 1. Hornhaut, 2. Sclera, 3. Sehnervenscheide, 4. Chorioidea, 5. Corpus ciliare, 6. Iris, 7. Retina, 8. Nervus opticus, 9. Conjunctiva, 10. Ligamentum suspensorium lentis, 11. Canalis Petiti, 12. Lens crystallina, 13. Vordere Augenkammer, 14. Hintere Augenkammer, 15. Ora serrata, 16. Glaskörperraum.

Krümmungsradius. In ihr ist die Hornhaut uhrglasförmig eingefügt. In der Nähe des hinteren Augenpoles, doch bei keiner Hausthierspecies mit diesem zusammenfallend, sondern vielmehr stets mehr weniger unter ihm und häufig seitlich gelegen, weist die Sclera eine rundliche Oeffnung für den Durchtritt des von der Schädelhöhle aus durch das Foramen opticum kommenden Sehnerven, **Nervus opticus** (II. Gehirnnerve) auf, der sich alsdann nach der Durchbohrung im Augapfelinnern zur **Retina** ausbreitet. Eine Anzahl bei Weitem kleinerer Oeffnungen in der Sclera dienen zur Passage für die Ciliarnerven und eine Menge arterieller und venöser Blutgefässe.

Auf die äussere Augenhaut folgt nach Innen zu eine zweite membranöse Schichte, die Tunica media oder Tunica uvea oder Tunica vasculosa. Der Hauptsache nach aus Blutgefässen gebildet und in Folge ausserordentlichen Pigmentreichthums von schwarzer bis schwarz-brauner Farbe, liegt sie der Innenfläche der Sclera genau an, nur an zwei Punkten inniger mit derselben verknüpft, nämlich an der Eintrittsstelle des Sehnerven und gegen den Sulcus Sclerae zu; ausserdem wird die Verbindung beider Membranen nur durch übertretende gemeinsame Nerven und Blutgefässe besorgt. Während die mittlere Augenhaut mit einer rundlichen Oeffnung zum Durchtritte des Sehnerven beginnend im Augenfundus eine allerorts annähernd gleiche Dicke und glatte Oberfläche erkennen lässt und hier Chorioidea oder Aderhaut benannt wird, erhebt sich dieselbe von einer gezähnelten und kreisförmigen, zwischen Augapfeläquator und Sulcus Sclerae gelegenen und mit beiden annäherungsweise parallel laufenden Linie, der Ora serrata aus in eine grosse Anzahl anfangs niedriger, jedoch rasch höher werdender, halskrausenartig angeordneter Falten, in die sich ein ringförmiger Muskel, der Musculus ciliaris einlagert. Die ganze Verdickung der Tunica uvea s. media wird als Corpus ciliare, Ciliarkörper oder Strahlenkörper bezeichnet. Vom Ciliarkörper, der sein vorderes ringförmiges Ende in der Gegend des Sulcus Sclerae erreicht, sich gegen das Augeninnere zu umbiegend und der Augenaxe in nahezu senkrechtem Winkel zustrebend, nimmt die Tunica media wieder einen membranösen Charakter im Gegensatz zum Strahlenkörper an und bildet eine frei in das Innere des Auges (die vordere Augenkammer) hineinragende, in der Mitte von einer ovalen, kreis- oder spaltformigen Oeffnung durchbohrte Scheibe, die Iris oder Regenbogenhaut, welche während des Lebens durch die transparente Hornhaut hindurch erkannt werden kann.

Als dritte und innerste Augenhaut, Tunica interna, treffen wir die Retina oder Netzhaut an, welche eine Fortsetzung des Nervus opticus, dessen membranöse Ausbreitung sie ist, bildet und die eigentlich percipirende Haut des Auges darstellt. Sie schliesst sich der mittleren Augenhaut in der Fläche dicht an, ohne im hinteren Theile des Auges wirklich mit ihr verwachsen zu sein. Ein innigerer Zusammenhang erfolgt erst in der Gegend der Ora serrata, welche mit dem Beginn des Ciliarkörpers zusammenfallend die eigentlich percipirende Ausdehnung der Retina abschliesst. Von hier aus gehen nach vorne nur ihre bindegewebigen Elemente weiter und überziehen als Pars ciliaris Retinae die ganze innere Oberfläche des Corpus ciliare bis hin zur Iris. Während des Lebens und auch noch kurze Zeit nach dem Tode ist die Retina völlig durchsichtig, so dass nur die in ihr verlaufenden und röthlich-weiss erscheinenden Gefässe von ihrer Existenz Kenntniss geben; versucht man die äusserst zarte Membran mit der Pincette zu fassen und emporzuziehen, so schlägt sie sich in blassgrau gefärbte Falten. Sehr bald nach dem Tode jedoch trübt sich die Netzhaut so, dass sie erst weniger durchscheinend ist, zuletzt aber grauweiss und derartig opak wird, dass die unterliegende Aderhaut nicht mehr zu sehen ist. Theilt man ein normales, ganz frisches Auge vermittelst eines Schnittes im Aequator in zwei Hälften, so erscheint im hinteren Segmente die Eintrittsstelle des Sehnerven (allgemein, aber ganz fälschlicher Weise als Papilla nervi optici bezeichnet; ein Hervorspringen des Sehnerveneintrittes in Form eines Warzchens oder Knopfchens findet bei keiner einzigen Hausthierspecies und auch beim Menschen nicht statt) als eine je nach der Thierart wechselnd ovale, kreisrunde oder mehr einem Dreieck mit stark abgestumpften Ecken ähnliche Figur von weisser Farbe, aus deren Centrum oder Peripherie bei den einzelnen Thierspecies in verschiedener und für die Art charakteristischen Weise Blutgefässe entspringen, um nach kurzem Verlaufe in die Netzhaut überzutreten.

Der Augapfelinhalt, welcher von den drei obengenannten Häuten wie von

einer Hohlkugel umschlossen wird und diese in ihrer Form gespannt und prall erhält, hat die physiologische Funktion, das durch die transparente Hornhaut einfallende Licht weiter und bis zur percipirenden Membran, d. i. die Retina, gelangen zu lassen, muss daher selbst durchsichtig sein, und ausserdem die einfallenden Lichtstrahlen noch mehr concentriren, als dies schon durch die convexe Gestalt der Hornhautoberfläche geschieht. Seiner Consistenz nach erscheint der Bulbusinhalt zum Theil flüssig, theils gallertartig und theils fest, und entsprechend dieser Verschiedenheit im Aggregatzustande können wir auch anatomisch drei Abtheilungen unterscheiden, die sich gut von einander isoliren lassen und scharf abgrenzen: die Krystalllinse (Lens crystallina, Crystallkörper), der Glaskörper (Corpus vitreum) und das Vorderkammerwasser (Humor aqueus).

Die Lens crystallina, die feste und am schärfsten geformte Masse des Bulbusinhaltes, zeigt die Gestalt einer biconvexen Linse und hat ihren Platz in der Gegend des Ciliarkörpers, nach vorne gegen die Iris, deren centraler Theil ihr frei aufliegt und den sie schwach nach vorwärts wölbt, vom Vorderkammerwasser, nach hinten zu vom Glaskörper berührt, so eine Scheidewand zwischen beiden errichtend. Dabei wendet sie ihre vordere convexe Fläche hornhautwärts, ihre hintere convexe Fläche gegen die Netzhaut zu in der Weise, dass die Linsenscheitel in die Augenaxe zu liegen kommen. In ihrer Lage gegen den Glaskörper und das Corpus ciliare wird die Linse festgehalten durch ein faseriges Band, das Ligamentum suspensorium lentis, Zonula ciliaris, Aufhängeband der Linse. Dasselbe nimmt seinen Ursprung von der Limitans externa des Ciliartheiles der Netzhaut und zwar von den Ciliarfortsätzen. Seine Fasern ziehen in den Räumen zwischen den Ciliarfortsätzen nach vorne und sammeln sich auf den Spitzen der letzteren zu einem auch makroskopisch sichtbaren hellen Bändchen, welches seine Richtung nach der Linse zu nimmt. Auf dem Wege dahin breiten sich die Fasern des Ligamentes fächerförmig aus und inseriren sich, an der Linse angekommen, an deren vorderen und hinteren Fläche, den Linsenrand dergestalt umfassend. Dabei findet eine direkte Berührung zwischen Linsenrand und den Firsten der Ciliarfortsätze nicht statt, es bleibt vielmehr stets ein Raum, welcher nur durch das vom Ciliarkörper zur Linse herübergespannte Ligamentum suspensorium ausgefüllt wird.

Das gallertartige Corpus vitreum erfüllt, sich allerorts auf das Genaueste der Hohlkugelform anpassend, den von der Retina umschlossenen Raum und wird nach vorne gegen den vorderen Augapfelabschnitt zu von der Linse abgegrenzt, welche mit ihrer hinteren convexen Oberfläche eine Impression in den Glaskörper macht — die Fossa patellaris oder tellerförmige Grube.

Der Humor aqueus ist ein verdünntes Blutserum, wasserklar, enthält nur Spuren von Eiweiss und füllt den zwischen Linse und Hornhaut gelegenen Raum aus, den wir in zwei Augenkammern, eine vordere und eine hintere Augenkammer unterscheiden. Die vordere gleicht einem Kugelabschnitte, dessen vordere gewölbte Fläche von der Cornea, dessen hintere etwas eingedrückte Fläche, nur soweit diese durchbrochen ist, von der vorderen Wand der Linsenkapsel gebildet wird. Den scharfen kreisförmigen Rand, in welchem beide Begrenzungsflächen zusammenstossen, begrenzt das Ligamentum iridis pectinatum. Die hintere Augenkammer würde ausgegossen einen dreiseitig prismatischen Ring darstellen, der eine Kante nach aussen kehrt. Von den beiden, gegen diese Kanten convergirenden Flächen entspricht die vordere der Iris, die hintere den Ciliarfortsätzen und dem Ligamentum suspensorium lentis.

In Bezug auf die Vertheilung des Augapfelinhaltes fand Emmert als Durchschnitt:

bei	Linse	Kammer	Glaskörper
Pferd	2,8 *ccm*	2,4 *ccm*	28,8 *ccm*
Ochse	2,2 «	1,7 «	20,9 «
Kuh	2,0 «	1,6 «	20,3 «
Schaf	0,9 «	0,8 «	7,0 «
Schwein	0,8 «	0,3 «	5,7 «
Hund	0,5	0,4	3,2
Katze	0,5 «	0,6 «	2,8 «

1. Sclera[1] (Tunica sclerotica, Albuginea oculi, Sclerotica, weisse, äussere oder harte Augenhaut, Sehnenhaut des Auges).

Makroskopisches. Die äussere Umhüllung des Augapfels darstellend und dessen Form bedingend und conservirend, nimmt die Sclera, theils durch ihre eigene Resistenzfähigkeit, theils durch den Druck des Augapfelinhaltes während des Lebens straff erhalten, über drei Viertheile der Augapfeloberfläche ein. Während sie hinten, doch nicht genau dem hinteren Augenpole entsprechend, von den Fasern des hier durchtretenden Sehnerven siebartig durchbohrt wird — Lamina cribrosa —, zeigt ihr vorderer Abschnitt einen grossen, bei einzelnen Thierspecies quereiförmigen (Pferd, Rind, Schwein, dabei liegt das stumpfe Ende medial, das spitze lateral), bei anderen runden (Hund, Katze) Ausschnitt, in welchen die durchsichtige Hornhaut (Cornea) eingefügt ist. Ihre Oberfläche wird in den hinteren Abschnitten von den sich an ihr inserirenden Augenmuskeln und dem Augenfette umhüllt, nach vorne von einem Theile der Bindehaut — der Conjunctiva bulbi — locker bedeckt; die dem Augeninnern zugekehrte Fläche dagegen ist durch die hier anliegende Aderhaut (Chorioidea) austapeziert. Auf der Sclera-Oberfläche sichtbare kleine Oeffnungen dienen dem Durchtritte der Ciliargefässe und gleichnamigen Nerven. Die Dicke der Sclera ist in den verschiedenen Regionen eine wechselnde; während ihr Dickendurchmesser an der hinteren Bulbuswand bis 1,7 *mm* (Pferd) beträgt, verringert er sich in der Gegend des Augenäquators bis auf 0,5 *mm* (Pferd), um gegen den Uebergangstheil in die Hornhaut zu wieder auf ca. 1,3 *mm* (Pferd) anzuwachsen in Folge Aufnahme der Augenmuskelsehnen. Verdünnt ist die Sclera ausserdem da, wo in Rinnen ihrer Innenseite sich Ciliarnerven einlagern. Die Farbe der Sclera, ein reines Weiss, geht sehr häufig durch Pigmentirung in ein dunkles Grau bis Grauschwarz über; bei jugendlichen Thierindividuen, bei denen das Scleralpigment häufig noch fehlt, kann die Sclera in Folge Durchschimmerns der Aderhaut ein bläuliches Colorit erhalten.

Mikroskopisches. Das Gewebe der Sclera wird aufgebaut aus fibrösem Bindegewebe, dessen einzelne Fibrillen, in der Hauptsache äquatorial und meridional verlaufend, sich unter annähernd rechtem Winkel kreuzen und mannigfach durchflechten. Den Bindegewebsfibrillen ist ein feiner Filz elastischer Fasern beigemischt, der besonders reichlich wird in der

1) von *σκληρα* hart. Desshalb ist der zuerst von Salomon Albertus gebrauchte Name Sclera der Sclerotica, einem von *σκληρόω*, mache hart, abgeleiteten Barbarismus vorzuziehen.

Nahe der Gefäss- und Nervenkanäle wie auch in dem Uebergangsringe zwischen Sclera und Cornea, wo er vorzugsweise die Verbindung mit der letzteren Membran herstellt. Ausserdem strahlen die Fasern der Augenmuskel-Sehnen noch in das Scleragewebe ein und zwar gehen die der geraden Augenmuskeln in meridionale, jene der schiefen Augenmuskeln dagegen in äquatoriale Bündel über.

Das Bindegewebe der Sclera wird von einem dichten Maschenwerke feiner und feinster Lymphbahnen durchzogen, das dem weiter unten zu besprechenden Saftlückensysteme der Hornhaut an die Seite zu stellen ist; Einstichinjectionen in dieses sclerale Lymphkanalsystem geben darüber Aufschluss, dass die beiden grossen und engmaschigen Lymphstromsysteme direct mit einander zusammen hängen, resp. in einander übergehen. Wie die Saftlücken der Hornhaut sind auch die scleralen, interfibrillären Lymphräume von platten, endothelialen Bindegewebszellen ausgekleidet.

Dazu treten noch, bei unseren Hausthieren viel reichlicher als beim Menschen, zwischen die einzelnen Bindegewebsfibrillen eingestreute Pigmentzellen, am stärksten gehäuft in der Gegend des Corneoscleralbordes und am hinteren Augenpole um die Eintrittsstelle des Sehnerven herum. Mit der Thierspecies ändert sich auch die Form dieser pigmentirten Zellelemente; so sind die äusserst langgestreckten, pigmenthaltigen, in spiessförmigen Ausläufern endenden Zellkörper des Rindes verschieden von den kürzeren, mehr die Sternform nachahmenden Pigmentzellen der Katze.

Sowohl die innere wie die äussere Oberfläche der Membran ist von einem aus endothelialen Zellplättchen aufgebauten Endothelhäutchen überkleidet. Beide Häutchen stellen die auskleidenden Wandungen von Lymphräumen dar, gegen die Aderhaut zu den „Perichorioidealraum", nach aussen den von der Tenon'schen Fascie gebildeten Lymphsack abgrenzend (s. Lymphräume d. Auges).

Abgesehen von jenen Blutgefässen, welche, in das Augeninnere dringend, resp. von dort herkommend, die Sclera lediglich durchbohren, ohne Zweige an diese selbst abzugeben (es sind dies die in der Nähe des Sehnerven-Eintrittes durchtretenden hinteren Ciliararterien, Zweige der vorderen Ciliar-Arterien und Venen, die unweit des Cornealfalzes das Scleralgewebe passiren und schiesslich die Venae vorticosae in der Umgegend des Augapfeläquators) besitzt die Sclera noch ihr eigenes, nicht sehr reichliches Ernährungs-Gefässsystem. Seine Grundlage bildet das episclerale Gefässnetz, das seine arteriellen Zuflüsse aus den hinteren und vorderen Ciliararterien sowie von den Gefässen der Augenmuskel her erhält, während der venöse Abfluss theils durch die Ciliarvenen, theils durch die Venae vorticosae erfolgt. Die Capillargefässe sind fein und ihre Netze weitläufig.

Wie bei den Blutgefässen muss auch beim nervösen Apparate zwischen durchtretenden Nervenasten und der Sclera eigenen Nerven unterschieden werden; letztere zweigen sich von den zwischen Aderhaut

und Sclera verlaufenden Ciliarnerven in Form feiner Fädchen ab. Die Art ihrer Endigung ist noch unbekannt.

2. Die Hornhaut (Cornea).

Makroskopisches. Die Hornhaut ist in der Gegend des vorderen Augenpoles in die Scleralöffnung uhrglasförmig so eingefügt, dass sie in ihren Randpartien (Limbus corneae) vom zugeschärften Rande der Sclera überdeckt wird, in Folge dessen sie von hinten betrachtet eine grössere Flächenausdehnung zeigt als von vorne. Dabei besitzt der sogenannte Corneoscleralrand (Corneoscleralbord) bald eine annähernd kreisrunde Form (Hund und Katze), bald erscheint er mehr oder weniger eiförmig mit nasal (medial) gelegenem stumpfen Pole (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein). Der Dickendurchmesser der Cornea ist central geringer als in der Peripherie.

An dem Aufbau betheiligt sich entwicklungsgeschichtlich sowohl die äussere Haut, indem sie modificirt sich als Bindehautgewebe auf den Augapfel hinüberschlägt und das Epithel der Hornhaut bildet, als auch die sogenannte Augenkapsel; die letztere in der Art, dass die Sclera zum Cornealparenchym wird und ausserdem die vordere Basalmembran bildet, während die hinteren Schichten (Endothel und hintere Basalmembran) der Uvea entstammen.

Mikroskopisches. Auf Querschnittpräparaten lassen sich, von vorne nach hinten, deutlich folgende Schichten unterscheiden:

1. Das Cornea-Epithel	Pars conjunctivalis s. cutanea corneae.
2. Die vordere Basalmembran, Membrana Reicherti, M. Bowmani, Lamina elastica anterior. 3. Das eigentliche Hornhautgewebe, Hornhautparenchym.	Pars scleralis corneae.
4. Die hintere Basalmembran, Membrana Descemetii s. Demoursii, Lamina elastica posterior. 5. Das dieser aufliegende Endothel.	Pars uvealis (chorioidealis) corneae.

1. Das **Cornealepithel.** Das Hornhautepithel geht am Corneoscleralrande continuirlich in das Conjunctivalepithel über und ist nur locker mit der vorderen Basalmembran verbunden. Am Hornhautrande am meisten in seinem Dickendurchmesser entwickelt und gegen das Hornhautcentrum etwas an Dicke abnehmend, stellt es sich allerorts als ein in 8—10 Zelllagen geschichtetes Epithel dar. Man kann hinsichtlich der Gestalt der Epithelien drei Typen unterscheiden, welche die Erkennung dreier Schichten des Epithellagers gestatten, nämlich:

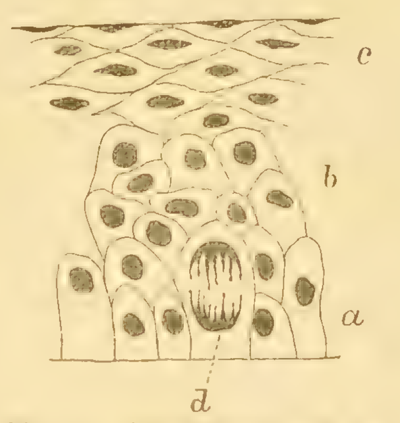


Fig. 331. Durchschnitt durch das Hornhautepithel des Kalbes. *a*) cylindrische Basalzellen; *b*) polyedrische Zellen, *c*) flache, oberflächliche Zellen; *d*) Cylinderzelle in Theilung.

a) Eine einfache Lage hoher cylindrischer Zellen, die mit schmalen glänzenden, leicht gestreiften Saume, der Fussplatte (Rollet), der Basalmembran aufliegen und in ihrem äusseren abgerundeten Kopfende den Kern tragen (Basalzellen);

b) mehrere (3—4) Lagen kleinerer polyedrischer Zellen und

c) 2—3 oberflächliche Lagen schüppchenförmiger Zellen, die aber im Gegensatze zu den obersten Epidermiszellen nicht verhornen und stets einen Kern besitzen.

2. Die **vordere Basalmembran** zwischen dem Hornhautepithel und der eigentlichen Hornhautgrundsubstanz gelegen, stellt eine — nicht bei allen Säugethieren vorhandene — Schicht eines etwas stärker lichtbrechenden Gewebes dar, welche ziemlich fest mit der Substantia propria corneae verschmolzen erscheint. Desshalb und ferner, weil durch geeignete chemische Agentien (Behandlung mit übermangansaurem Kalium) der Aufbau der homogen erscheinenden Membran aus Fibrillen dargethan werden kann, ist es wohl am Richtigsten, die vordere Basalmembran nicht als eine eigenartige Bildung, am allerwenigsten aber als elastische Membran, sondern als verdichtetes Gewebe der Hornhautgrundsubstanz aufzufassen. Sie besitzt gegen die Epithelien der Hornhaut zu eine fein gezähnelte Grenzfläche, in welche die Fussplatte der Basalzellen des Epithels eingreift.

3. Die **Substantia propria** der Hornhaut (Stroma, Grundsubstanz, Hornhautparenchym) makroskopisch völlig homogen erscheinend, nimmt den grössten Theil der Hornhautbreite ein und kann in geeignete

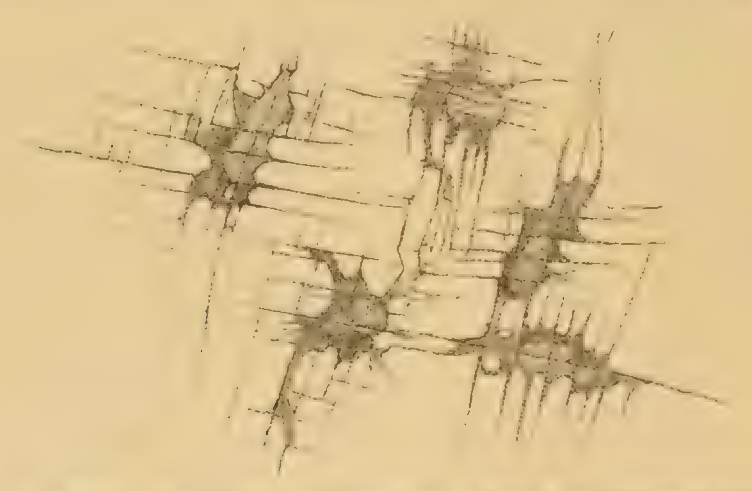


Fig. 332. Hornhautkörperchen des Frosches. Mittelst der Chlorgold-Methode dargestellt.

Macerationsflüssigkeiten (übermangansaures Kalium, Ueberosmiumdämpfe, Barytwasser, 10procentige Kochsalzlösung u. dergl.) gebracht, in eine Anzahl (ca. 20—30) einzelner, aus feineren Fibrillen sich zusammensetzender Lamellen zerfasert werden, welche vom Bindegewebe sich dadurch unterscheiden, dass sie beim Kochen nicht Leim, sondern

Chondrin liefern. Die Verlaufsrichtung der Fibrillen ist verschiedenartig, indem zwar die Fibrillen je einer Lamelle parallel zu einander gestellt sind, die Fibrillenrichtung der nächsten, benachbarten Hornhautlamelle aber meistens eine auf der ersten senkrecht stehende ist und so fortwechselnd durch alle Corneallamellen hindurch. Indem ferner eine Verbindung benachbarter Lamellen durch einzelne Fibrillen mit einander unter spitzen Winkeln stattfindet, nähert sich die Architectur des Cornealparenchyms einem dichten mit zahlreichen schmalen Lücken versehenen Flechtwerke. Diese Lücken stellen, indem sie unter einander durch feine Ausläufer in Verbindung stehen, ein weit verzweigtes, aber allerorts unter sich zusammenhängendes Kanalsystem der Hornhautgrundsubstanz dar, bei welchem die grösseren, sternförmig gestalteten Lücken durch Fortsätze mit einander in Verbindung stehen. In den genannten grösseren Lücken und Knotenpunkten (Hornhautkörperchen) treffen wir zweierlei Zellformen an: die fixen Hornhautzellen (Bindegewebszellen) und die sog. Wanderzellen oder Leukocyten. Die ersteren verhalten sich zu den Lücken wie die Knochenzellen zu den Knochenkörperchen, liegen der Wand der Saftlücke fest an und bilden eine endotheliale Platte, die mit einer Anschwellung, in welcher der ziemlich grosse, oft eingebuchtete und eingeschnürte Kern liegt, in das Lumen hineinragt. Neben diesen fixen Hornhautzellen trifft man im Saftkanalsystem ab und zu Wanderzellen (Leukocyten), die ihrer jeweiligen Umgebung sich anpassend, bald als schmale, mehr langgestreckte, bald als breitere Zellleiber erscheinen.

4. Die **hintere Basalmembran** (Descemeti'sche Haut) schliesst das eigentliche Hornhautparenchym nach hinten ab, ist mit demselben aber nicht so innig wie die vordere Basalmembran, die sie auch an Dicke und Elasticität übertrifft, verbunden; sie ist bei allen Thierspecies vorhanden. Sie erscheint so elastisch, dass die eingerissene Membran sich an ihren Risstellen einrollt: gleichwohl unterscheidet sie sich von dem eigentlichen elastischen Gewebe durch verschiedene Reactionen. Wie die Reichert'sche Membran homogen, völlig structurlos und zellenfrei, lässt sie sich durch längeres Kochen in Wasser in eine Anzahl feinster, völlig structurloser Lamellen zerfasern. Ihr liegt nach hinten, gegen die vordere Augenkammer zu, auf:

5. Das **Endothel** der hinteren Basalmembran, eine einfache, continuirliche Lage nahezu gleich grosser, kernhaltiger, platter und polygonaler Zellen, welche durch eine Kittsubstanz unter einander verbunden sind.

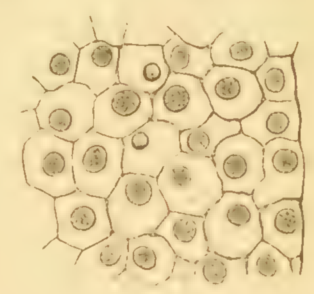


Fig. 333. Endothel der Hornhaut. Flächenansicht.

Die **Nerven der Hornhaut**, von Schlemm entdeckt, stammen fast ausschliesslich von den Ciliarnerven ab. Letztere durchbohren in schräger Richtung die Sclera an ihrem hinteren Umfange unweit des Sehnerveneintrittes und verlaufen zwischen dieser und der Chorioidea

nach vorne gegen das Corpus ciliare zu. Hier theilen sie sich in der Weise, dass einzelne Aestchen den Ciliarmuskel versorgen, andere gegen die Iris hinziehen, während eine dritte Partie hier von Neuem in die Sclera eindringt, dortselbst in eine Anzahl dünnerer und stärkerer Nervenfädchen sich auflöst, von denen die benachbarten sich unter einander verbinden, dergestalt ein zartes Geflecht herstellend, welches — noch im Scleralgewebe gelegen — den Hornhautrand ring- und kranzförmig umspinnt und als Plexus annularis bezeichnet wird.

Vom Plexus annularis der Cornea zweigen sich einerseits zahlreiche feinere und stärkere Nervenästchen ab und dringen direct und in radiärer Richtung in die Hornhautsubstanz ein, so der Hornhautmitte zustrebend und nicht ohne sich dabei häufig unter steter Abnahme ihres Dickendurchmessers dichotomisch zu theilen und vielfache Verbindungen unter einander einzugehen. Auf diese Weise wird die Hornhautgrundsubstanz mit Ausnahme der nervenfreien hintersten Schichten von einem engmaschigen, mehrschichtigen Nervenplexus durchzogen. Jene Nervenstämmchen, welche beim Eintritte aus dem Scleralplexus in die Hornhaut noch markhaltig waren, verlieren ihr Nervenmark alsbald; 0,5 *mm* vom Hornhautrande entfernt sind alle Nerven bereits marklos geworden. Ebenso geht das Neurilemma der einzelnen Aestchen ganz kurz nach dem Uebertritt in die Hornhaut verloren, indem die bindegewebige Scheide sich stetig mehr und mehr verdünnt, bis sie mit dem Hornhautgewebe zusammenfliesst. Eine zweite, indirecte Bahn schlägt ein beträchtlich geringerer Theil der Nerven des Plexus annularis ein: er durchbohrt die Sclera in schräger Richtung nach aussen gegen die Bindehaut zu, tritt in diese ein und bildet in der nächsten Umgebung des Hornhautrandes im Bindehautgewebe zusammen mit den eigentlichen Bindehautnerven einen neuen Plexus, aus welchem an Umfang schwache, zarte, gewöhnlich hier schon marklose Aestchen in die vorderen Hornhautabschnitte übertreten. Diese gehen mit den aus den oben beschriebenen Nervengeflechten aufsteigenden Nervenfasern ein in der Oberfläche der Hornhaut gelegenes weiteres Geflechte ein, das sog. »Nervenendnetz«, dessen Maschenwerk direct unter der vorderen elastischen Membran liegt. Aus diesem oberflächlichen Plexus erheben sich in senkrechter oder mehr schräger Richtung zahlreiche, aus einigen wenigen Nervenfibrillen bestehende Fädchen, welche die vordere Basalmembran durchbohren, Fibrae perforantes, und, unter dem Epithel angelangt quastenförmig in einzelne Fibrillen auseinanderfahren, die sich zwischen den einzelnen Epithelzellen hin und her windend, in der epithelialen Schichte aufsteigen und ihr Ende frei zwischen den Zellen der oberen Lagen in Form feinerer oder gröberer »Endknöpfchen« erreichen. Ueber die Art und Weise der Endigung der Plexusnerven im Hornhautparenchym ist Bestimmtes zur Zeit noch nicht bekannt, doch erscheint eine Endigung in den Hornhautkörperchen wahrscheinlich.

Gefässbahnen der Hornhaut: a) Die Blutgefässe. Die Hornhaut besitzt überhaupt keine Blutgefässe; nur ein am Hornhautlimbus befindliches, von den episcleralen Verzweigungen der Arteriae ciliares anticae gebildetes Netz capillärer Blutgefässschlingen, das sog. Randschlingennetz der Hornhaut, taucht von der Sclera her 1—2 *mm* tief zwischen dem vorderen Cornealepithel und dem Hornhautparenchym in die Cornea ein, worauf die einzelnen Capillaren mit einem etwas dickeren venösen Schenkel umbiegen und sich in die vorderen Ciliarvenen ergiessen. Dafür übernehmen die Ernährung der Hornhaut

b) Lymphgefässe, d. i. das schon erwähnte, an das Randschlingennetz sich anschliessende Saftkanalsystem. Diese werden ihre Besprechung im Zusammenhange mit den Lymphbahnen des Augapfels finden.

3. Die Uvea[1] (Tunica uvea, Traubenhaut, mittlere Augenhaut, Gefässhaut des Auges, Tunica vasculosa, Uvealtraktus, Leptomeninx ophthalmencephali).

Makroskopisches. Die für gewöhnlich reichlich pigmentirte, nur selten, bei albinotischen Thierindividuen, pigmentfreie Uvea kleidet, vom Sehnerveneintritt beginnend, die Innenfläche der Sclera, sich solchergestalt zwischen Sclera und Netzhaut einschiebend, bis in die Nähe des Corneoscleralrandes aus, erleidet hier eine beträchtliche ringförmige Verdickung, schlägt sich alsdann stumpfwinkelig gegen die Augenaxe zu um und ragt als freie, in der Mitte durchbohrte Scheibe in die vordere Augenkammer hinein, so deren rückwärtige Wand zum grossen Theile bildend.

Obwohl auf diese Weise die Membran mit allen ihren Theilen eigentlich nur ein zusammenhängendes Ganze darstellt, erscheint es doch gerechtfertigt, im Hinblick ebenso auf die in verschiedenen Regionen abweichende grober anatomische Configuration als auch auf den histiologischen Aufbau, sie in drei Abschnitte zu zerlegen, von denen der erste vom Durchtritte des Sehnerven durch das Foramen opticum bis in die Gegend der Ora serrata retinae reicht und als Chorioidea (Chorioides, Aderhaut) bezeichnet wird; an diesen ebengenannten beiden Punkten ist die Aderhaut auch am innigsten mit der Sclera verbunden, während an allen anderen Stellen ihre Anheftung an die Lederhaut nur durch ein- und austretende Blutgefässe und Nerven und eine lockere, flockige Membran — die Suprachorioidea — bewerkstelligt wird. Von der Ora serrata aus gegen den Corneoscleralrand hinziehend verdickt sich die Membran allmählich, legt sich in eine Anzahl mehr oder weniger hoher, halskrausenförmig angeordneter Falten — Processus ciliares —, bekommt einen Muskel — Musculus ciliaris — aufgelagert und heisst nun Corpus ciliare, Ciliarkörper. Indem die Aderhaut die Sclera jetzt verlässt, gegen die Augen-Axe zu stumpfwinklig abbiegt — dass eine dünne uveale Lage sich auf die Hinterfläche der Hornhaut fortsetzt, ist bereits bei dieser Membran erwähnt —, mit keiner Formhaut des Auges in der Fläche mehr verbunden bleibt, vielmehr nur der vorderen Linsenkapsel frei aufliegt, wird sie durch die Hornhaut hindurch sichtbar und erhält in diesem vordersten Ab-

---

1) Uvea ist eine barbarische Uebersetzung des Galen'schen ῥαγοειδής χιτών, so bezeichnet, weil nach dem Abpräpariren der Sclera das Auge Gestalt und Ansehen einer schwarzen Weinbeere darbietet, wobei man sich die Pupille als das Loch des ausgerissenen Stengels dachte.

schnitte den Namen Iris, Regenbogenhaut. In ihrem centralen Theile ist diese scheibenförmige Membran von einem, in seinen Durchmessern während des Lebens jeweilig veränderlichen, bei den einzelnen Thierspecies entweder kreisrunden (Hund, Mensch), querovalen (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein) oder senkrecht spaltförmigen (Katze, Kaninchen) Loche — der Pupille — durchbohrt.

1. Chorioidea (Chorioides, Ch. propria, Aderhaut, Vasculosa).

Makroskopisches. Die Chorioidea füllt, von der Ora serrata beginnend und der Innenfläche der Sclera direkt anliegend, den ganzen Augengrund aus und besitzt am Opticus-Eintritte eine annäherungsweise runde Oeffnung (das Foramen opticum chorioideae) zum Durchtritte der Sehnervenfasern. Doch treten von hier aus blutführende Fortsätze in den Sehnerven ein und tragen zur Bildung der Lamina cribrosa (Chorioidaltheil der Lamina cribrosa) bei. Während die Aderhaut-Innenfläche einen brillanten, vom Tapetum herrührenden und bei den verschiedenen Thierspecies in der Färbung wechselnden (silbergrün, goldgelb, grüngelb oder grünroth) metallischen Glanz zeigt und, soweit sie mit der Netzhaut in Berührung steht, völlig glatt ist, erscheint ihre äussere Oberfläche nach Ablösung der Sclera schwarz bis schwarzbraun und flockig durch das anhaftende Gewebe der Suprachorioidea. Der Durchmesser der Chorioidea beträgt beim Pferde an der hinteren Bulbuswand 0,5 *mm* und ist am schwächsten in der Nähe des Augapfel-Aequators; doch ist die Mächtigkeit der Membran bei dem wechselnden Blutgehalte und in Folge ihres ausserordentlichen Gefässreichthums nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen.

Was die Farbe des am aufgeschnittenen Auge sichtbar werdenden tapetirten Theiles der Aderhaut anbelangt, so zeigt dieselbe neben dem allen Thieren eigenen metallischen Glanze bei den einzelnen Thierspecies wesentliche Verschiedenheiten. Beim Hunde erscheint das Tapet im Allgemeinen goldgrün in der Mitte, nach den Rändern zu blau, manchmal ist es mehr weisslich, in einigen Fällen sogar stahlblau. Das Tapetum der Katze ist goldgelb schimmernd, an den Rändern bläulich. Das Pferd besitzt ein blaugrünes Tapetum, welches an den Rändern in Azurblau übergeht und nur geringen metallischen Glanz hat. Beim Rinde hat das Tapetum eine prachtvoll blaugrüne Färbung mit einem deutlich röthlichen Schimmer in der Mitte, ausserdem ist dasselbe eigenthümlich moiréeartig glänzend. Aehnlich verhält sich das Tapet bei der Ziege und beim Schafe, bei welch letzterem der moiréeartige Glanz weniger deutlich hervortritt (Preusse). Zeigt auch bei den verschiedenen Thierarten das Tapet in Hinsicht auf Lage und Ausbreitung gewisse Verschiedenheiten und selbst bei den einzelnen Individuen Abweichungen, so kann ihm doch im Allgemeinen die Form eines annähernd gleichschenkeligen Dreiecks zugesprochen werden, das stets, über der Eintrittsstelle des Sehnerven beginnend, sich oberhalb desselben im Augenhintergrunde ausbreitet. Am Sehnerveneintritt fehlt das Tapet. Zu bemerken ist, dass mit diesem anatomischen tapetirten Theile des Augenfundus sich das ophthalmoskopisch sichtbare Tapetum nicht völlig deckt, letzteres vielmehr erheblich kleiner gesehen wird.

Mikroskopisches. Was den feineren Bau der Chorioidea betrifft, so zeigt sie die Eigenthümlichkeit, dass die Blutgefässe, welche den wesentlichsten Theil der Aderhaut ausmachen, räumlich streng in zwei Schichten getrennt sind: wir finden in einer Schichte die capillären Verzweigungen, in einer anderen die Stämme zuführender Arterien und wegführender Venen und deren gröbere Aeste. Beide Schichten werden bei allen Haussäugethieren (mit Ausnahme des Schweines, welches kein Tapet besitzt) so durch das Tapetum getrennt, dass nach einwärts zwischen Tapet und

Netzhaut innerhalb einer dünnen pigmentlosen Membran die Capillaren (Choriocapillaris) angetroffen werden, nach auswärts vom Tapetum und gegen die Sclera zu aber die grösseren arteriellen und venösen Gefässe zu liegen kommen, eingebettet in ein reichlich pigmentirtes,

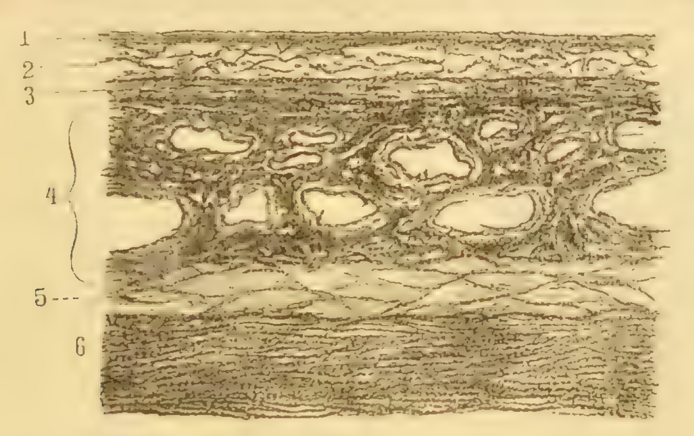


Fig 334. Durchschnitt durch die Chorioidea.
1. Glaslamelle, 2 Choriocapillaris, 3. Tapetum, 4. Aderhautstroma, Schichte der grossen Gefässstämme, 5. Suprachorioidea, 6. Sclera, theilweise.

lamellöses Gewebe; es wird dieses letztere Blatt der Aderhaut als Grundsubstanz, Stroma Chorioideae bezeichnet und geht continuirlich in ein lockeres, flockiges Häutchen, die Suprachorioidea über, welcher die Verbindung zwischen Aderhaut und Sclera darstellt. Beim Versuche, letztere beide Membranen von einander zu trennen, wird die Suprachorioidea gewöhnlich so zerrissen, dass braunschwärzliche Pigmentmassen zum Theile an der Innenfläche der Sclera anhaften bleiben. Den Anschluss nach Innen gegen die Netzhaut (gegen das Pigmentepithel der Retina) zu bildet eine feine Glaslamelle (Basalmembran).

Auf diese Weise können an der Aderhaut unserer Haussäugethiere, von aussen nach innen gesehen, ungezwungen fünf Hauptschichten unterschieden werden: 1. Suprachorioidea, 2. Stroma Chorioideae, Schichte der grösseren Gefässstämme, 3. Tapetum, 4. Choriocapillaris, Schichte der capillären Aderhautgefässe, und 5. die von der Netzhaut trennende Glaslamelle.

1. Die **Suprachorioidea** (Membrana suprachorioidea, Lamina fusca[1]), Arachnoidea oculi, Oberaderhaut). Zwischen Sclera und der Grenze der Aderhautgrundsubstanz finden wir ein schwarzes flockiges, unter Wasser flottirendes, sehr dünnes Häutchen mit ausgesprochen lamellösem Bau — die Suprachorioidea. Ihre fünf bis sieben höchst zarten Lamellen, welche uns ein Dickendurchschnitt erkennen lässt, vereinigen sich mit einander unter spitzem Winkel, zwischen sich ein System von schmalen Lücken und Maschen aufbauend, das unter einander communicirt, als

1) Die Bezeichnung »Lamina fusca« wird öfters auch nur für das nach Abtrennung der Aderhaut an der Sclera haften bleibende schwarzbraune Häutchen gebraucht.

Lymphcanalsystem aufzufassen ist und mit dem Namen der perichorioidalen Räume bezeichnet wird. Jede einzelne Lamelle der Suprachorioidea wird dargestellt durch einen feinen, plattgedrückten Filz elastischer Fasern, und in diesem sehr engmaschigen elastischen Netze finden sich entweder solitär oder zu Gruppen zusammengelagert Zellen von bald mehr runder, bald mehr polyedrischer Configuration, dann wieder mit mannigfachen Ausläufern und Fortsätzen versehen; alle diese Zellen besitzen einen sehr stark pigmentirten Zellkörper, in dem der gewöhnlich annähernd central gelegene, grosse, runde oder eiförmige und stets farblose Kern lebhaft auffällt. Ausserdem sind beide Oberflächen der einzelnen Lamellen von einem höchst zarten Endothelhäutchen überkleidet.



Fig. 335. Membrana suprachorioidea.

Eigene Gefässe oder Nerven besitzt die Membran nicht, wohl aber dient sie in hervorragender Weise grösseren Gefässstämmen und Nervenästen als Einbettung, durch die sie zu anderen Theilen des Auges hinziehen, so namentlich den Ciliarnerven, den Ciliararterien und den Strudelvenen. Um alle diese Nerven und Gefässe verdichtet sich das pigmentirte lamelläre Gewebe zu einer Art Scheide.

2. **Stroma chorioideae** (Chorioidea propria, Tunica vasculosa Halleri, Grundsubstanz der Chorioidea, Schichte der gröberen Gefässe). Nach Abhebung der Suprachorioidea treffen wir auf die stärkste und zugleich gefässreichste Schichte der Aderhaut, die desshalb auch als Grundsubstanz der Chorioidea bezeichnet worden ist.

Während das Stützgewebe den gleichen lamellösen Bau zeigt, wie wir ihn schon bei der Suprachorioidea kennen gelernt haben, nur dass die einzelnen aus elastischen Fasernetzen gewebten und von vielgestalteten Pigmentzellen reichlich durchsetzten Lamellen viel zahlreicher sind und inniger unter einander verfilzt erscheinen, sind die zwischen sie eingelagerten Gebilde andere geworden; wir erkennen auf einem Querschnitte die Lumina der eigentlichen Chorioidealgefässe, in den äusseren Schichten von grösstem Caliber, nach innen gegen das Tapetum zu successive kleiner und schwächer werdend. Von hier aus treten auch arterielle und venöse Gefässstämmchen, das Tapetum durchbohrend, zur Choriocapillaris über, resp. führen von dort her aus den sogenannten Venensternen (Stellulae vasculosae Winslowi) das Blut in das Venensystem. Sobald die Venen eine gewisse Stärke erreicht haben, erscheinen sie auf der äusseren Oberfläche der Aderhaut, und viele vereinigen sich unter radiärem Verlaufe in einem Centrum, von dem ein Hauptstamm in die hinteren Ciliarvenen führt. Solcher haarwirbelähnlicher Figuren bestehen vier bis sechs und sie werden als Venae

vorticosae, Wirtel- oder Strudelvenen bezeichnet. Sie stellen nicht nur die Abzugswege für das Aderhautgefässsystem dar, sondern auch die Entleerung des Blutes aus dem Ciliarkörper und der Iris findet zum grossen Theile durch sie statt.

3. Das **Tapetum.** Zwischen der Schichte der grossen Aderhautgefässe und der Choriocapillaris, doch nicht den ganzen Augengrund ausfüllend, treffen wir bei allen Haussäugethieren mit Ausnahme des Schweines eine völlig gefässlose Membran eingeschoben — das Tapetum.

Dem histiologischen Baue nach ist es nöthig, zwei verschiedene Formen des Tapetums streng auseinander zu halten und das aus Bindegewebsfasern bestehende faserige Tapetum, T. fibrosum (Pferd





Fig. 338. Tapetumzellen:
a) vom Hund, b) von der Katze.

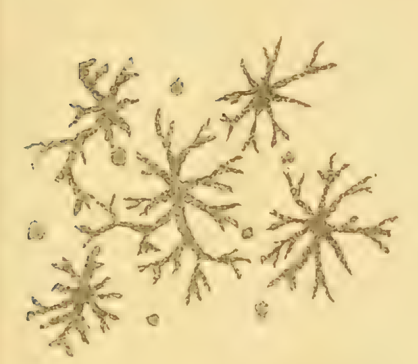


Fig. 336. Stellulae vasculosae Winslowi vom Pferd.

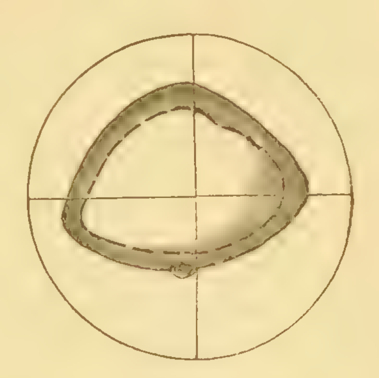


Fig 337. Normaltapetum des Pferdes. Die gestrichelte Linie giebt die Grenze an, bis zu welcher das schwarze Pigment reicht.

und Wiederkäuer), von dem lediglich aus zelligen Elementen zusammengesetzten zelligen Tapetum, T. cellulosum (Hund und Katze) zu unterscheiden.

Das T. fibrosum besteht bei einem Dickendurchmesser von 0,3 *mm* (Wiederkäuer) bis 0,4 *mm* (Pferd) aus Bindegewebsfasern, die zum Theile parallel neben einander verlaufen, zum Theile sich aber durchkreuzen. Sie haben im Allgemeinen eine concentrische Anordnung um ein Centrum, welches über der Durchtrittstelle des Sehnerven liegt. Elastische Fasern und anderweitige Gewebselemente fehlen völlig. An seinen Rändern wird das T. immer schwächer, um sich schliesslich ganz allmählig zu verlieren.

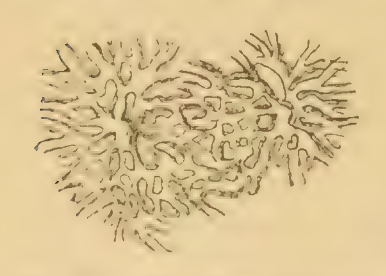
Das T. cellulosum besitzt eine Dicke von 0,1 *mm* (Hund) bis 0,15 *mm* (Katze) und wird gegen seine Ränder zu dünner, um ebenfalls

allmählig aufzuhören. Ein Querschnitt durch dasselbe überzeugt uns, dass es aus einer Reihe von 10 bis 15 Schichten besteht, deren Zahl nach den Rändern zu abnimmt, bis nur noch eine Schichte vorhanden ist, die schliesslich auch, vielfach unterbrochen, gänzlich verschwindet. Jede Schichte wird aus neben einander liegenden Zellen, die durch eine structurlose Kittsubstanz fest mit einander verbunden sind, aufgebaut. Die einzelnen Tapetalzellen besitzen eine zum Theile sehr regelmässige, sechseckige Gestalt und sind 0,03 bis 0,06 *mm* lang und 0,02 bis 0,03 *mm* breit, haben einen deutlichen und granulirten Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen und lassen ausserdem eine deutliche, feine Streifung leicht erkennen.

Eigentlicher nutritiver Gefässe entbehren, wie bereits erwähnt, beide Formen des Tapetums völlig, doch wird dasselbe von zahlreichen zarten Arterien- und Venenstämmchen durchbrochen, welche, dasselbe unter rechtem oder spitzem Winkel durchbohrend und manchmal sich gabelig theilend die Choriocapillaris speisen, resp. das Blut von dort weg zu den Strudelgefässen führen.

Die Farbe des Tapetums ist Interferenzphänomen.

4. Die **Choriocapillaris** (Membrana choriocapillaris, Membrana Ruyschiana, innere Capillarhaut, Capillarschichte der Aderhaut). Die mit freiem Auge nicht mehr sichtbare, in mässig blutreichem Zustande etwa 0,03 bis 0,05 *mm* dicke Choriocapillaris besteht aus einem dichten Netze von Capillaren, das in einer homogenen, völlig pigmentfreien und feinkörnigen Grundsubstanz eingebettet liegt und sich vom Sehnerveneintritte weg allerorts dem Tapetum, oder wo dieses aufhört, resp. ganz fehlt, der Aderhautgrundsubstanz dicht anschmiegt. Die Choriocapillaris erstreckt sich nach vorn bis zur Ora serrata und erreicht hier mit einem unregelmässig ausgezackten Rande und gleichzeitig mit der Retina ihr Ende, welch' letzterer Umstand neben anderen Gründen mit dafür spricht, dass die Capillarschlingen dieser Schichte den Zweck haben dürften, die äusseren Netzhautlagen mit Ernährungsmaterial zu versorgen. Während wir beim Menschen ein mehr verwirrtes Flechtwerk von Capillaren vorfinden, treffen wir bei den meisten Haussäugethieren — zum Mindesten in der Gegend des Tapetums — eine ganz bestimmte und typische Anordnung der Capillaren: sie bilden regelmässige, mit einander in Verbindung stehende, sternförmige Figuren, deren Strahlen gegen ein im Centrum befindliches etwas stärker calibrirtes Gefäss, gegen ein das Tapetum durchbohrendes, zuführendes Arterien- resp. wegführendes Venenästchen radiär gerichtet sind und werden als Stellulae vasculosae (Winslowii) bezeichnet. An der Durchtrittsstelle des Sehnerven durch die Aderhaut (Foramen opticum chorioidale) hat eine Haargefäss-Anastomose zwischen


Fig. 330. Haargefässanordnung aus der Choriocapillaris der Katze.

dem Capillarnetze des Sehnerven und jenem der Choriocapillaris statt. Zu erwähnen ist noch, dass die Capillargefässe trotz ihres verhältnissmässig sehr bedeutenden Calibers aus einer einfachen Membran bestehen. Durch die vielen das Tapetum durchbohrenden Zweige steht das Haargefässnetz der Choriocapillaris mit den Strudelgefässen in Verbindung.

5. Die **Glaslamelle** (Basalmembran, Glashaut, Lamina vitrosa). Die Glaslamelle stellt eine homogene, dünne, bis zu 2 μ dicke, structurlose, der Choriocapillaris allerorts bis nach vorne zur Ora serrata glatt anliegende Glashaut dar, in ihrer Erscheinung den beiden elastischen Membranen der Hornhaut äusserst ähnlich. Durch sorgfältiges Abpräpariren oder unter Einwirkung chemischer Agentien (concentrirte Alkalien und Säuren) kann sie von der Capillarschichte der Aderhaut getrennt werden und rollt sich beim Einreissen an ihren Rissstellen nach innen um. Unter Einwirkung von differenzirenden Flüssigkeiten, so besonders nach Einlegen in 10procentige Kochsalzlösung auf längere Zeit, tritt eine feinfaserige Struktur der Glaslamelle deutlich zu Tage, Kerne lassen sich jedoch nicht wahrnehmen.

Die **Nerven** der Chorioidea stammen von den Ciliarnerven ab; diese ziehen nach Durchbohrung der Sclera zwischen den Lamellen der Suprachorioidea nach vorn zum Ciliarkörper, zu der Iris und Cornea. Unterwegs geben sie aus markhaltigen und marklosen Fasern (Nervenfasern) bestehende Aestchen für die Aderhaut selbst ab, welche im suprachorioidalen Gewebe einen feinen Plexus bilden, in welchen Ganglienzellen reichlich eingestreut liegen. Aus diesem Plexus treten zarte Fädchen zu den Wandungen der Arterien (vasomotorische Nervenäste).

Die **Blutgefässe** der Chorioidea siehe bei den Blutgefässen des Auges.

2. Corpus ciliare (Corona ciliaris, Ciliarkörper, Strahlenkörper, Strahlenkranz, Faltenkranz).

Makroskopisches. Zum Corpus ciliare zählen wir jene Abtheilung der Tunica uvea, welche zwischen der Ora serrata und der ciliaren Insertion der Regenbogenhaut gelegen ist.

Fertigt man sich durch das Auge eines unserer Haussäugethiere einen meridionalen Schnitt, so bemerkt man schon mit freiem Auge und noch deutlicher mit Loupenvergrosserung, dass in der Nähe der Ora serrata die Chorioidea sich von der unterliegenden Sclera emporzuheben beginnt; auf diese Weise entsteht zwischen beiden Membranen ein Raum in der Gestalt eines Dreiecks, dessen Basis nach der vorderen Augenkammer hin zu liegen kommt. Als Grenzen dieses dreieckigen Raumes lassen sich erkennen nach aussen die Sclera, gegen das Augeninnere zu die Fortsetzung der Chorioidea, welche hier die Bezeichnung »Grundplatte des Corpus ciliare« erhält und endlich nach vorne gegen die Augenkammer ein feines Balkenwerk, welches sich zwischen der vorderen Fläche der ciliaren Randpartie der Regenbogenhaut (der sog. Iriswurzel) und dem Hornhautrande ausspannt.

Am besten kann man den Ciliarkörper in seinem ganzen Umfange übersehen, wenn man den Augapfel im Aequator halbirt und die vordere Bulbushälfte von innen

betrachtet. Er stellt sich so als ein nahezu kreisrunder, quer im Bulbus ausgespannter Ring oder Vorhang dar, welcher eine centrale kreisförmige Oeffnung umschliesst, worin die Krystalllinse des Auges vermittelst ihres Aufhängebandes eingefügt ist. Für gewöhnlich wird der Ciliarkörper in zwei hinter einander gelegene, ungleich grosse und nicht scharf von einander trennbare Zonen unterschieden: den peripherischen an der Ora serrata beginnenden Saum, welcher nahezu glatt erscheint, nur sehr feine radiäre Furchen zeigt und an der medialen Seite bei einzelnen Thieren gänzlich fehlt; diese von Henle als **Orbiculus ciliaris** bezeichnete Partie des Corpus ciliare geht allmählich in die vordere gefaltete Zone über, indem sich vom Orbiculus ciliaris eine Reihe von etwa 70 hoher, halskrausenförmig angeordneter, radiär gestellter und auf ihren Gipfeln oft mit secundärer Faltelung versehener Falten, die auf ihrer Oberfläche schwarz pigmentirten **Processus ciliares** oder Ciliarfalten erheben. Diese in Folge ihrer meridionalen Richtung nach dem vorderen Augenpole convergirenden Falten entstehen durch das Zusammentreten von mehreren der schon genannten feinen Leistchen oder Furchen des Orbiculus ciliaris und erheben sich rasch zu ihrer grössten Höhe, welche ungefähr gegenüber dem Rande der Krystalllinse zu liegen kommt. Jene Stelle, von welcher die einzelne Ciliarfalte nach aussen zu mit dem hinter ihr gelegenen Ciliarmuskel verbunden ist, wird als die **Wurzel** der Falte bezeichnet im

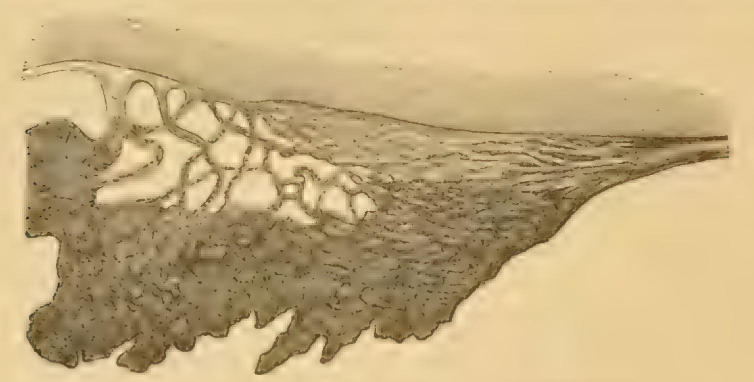


Fig. 340. Ligamentum pectinatum und Ciliarkörper mit Muskel vom Pferd, Längsschnitt.

Gegensatze zu ihrem freien Oberflächenrande, dem **Ciliarfirste**. Der **First** oder die **Kante** einer Falte lässt in seinem Verlaufe zwei verschiedene Abschnitte unterscheiden, einen längeren hinteren, gegen den Orbiculus ciliaris zu entfallenden und einen vorderen kürzeren, welcher frontal gestellt und der hinteren Augenkammer resp. der Hinterfläche der Iris zugekehrt ist. Beide stossen in einem spitzen, etwas abgerundeten Winkel — der **Spitze** der Ciliarfalte — zusammen und diese Stelle bezeichnet zugleich den höchsten Punkt des Processus. Eine Berührung der Spitzen der Ciliarfalten mit dem Rande der Krystalllinse findet nicht statt, es bleibt vielmehr zwischen den Spitzen sämmtlicher Ciliarfalten und dem Rande des Krystallkörpers ein ringförmiger Raum von vielleicht 0,5 *mm* Breite, in dessen Grund, wenn man die vordere Hälfte des im Aequator halbirten Auges von hinten her betrachtet, ein Theil der Rückfläche der Regenbogenhaut sichtbar wird.

Mikroskopisches. Die Durchmusterung eines mikroskopischen Schnittes durch das Corpus ciliare lehrt uns, dass wir es nicht mit einem in allen Theilen gleichwerthigen Gewebe zu thun haben, sondern dass vielmehr der Ciliarkörper seiner Textur nach in verschiedene Abschnitte differenzirt werden muss, und wir unterscheiden an ihm mit Dostoiewsky

drei verschiedene Partien: das Ligamentum annulare bulbi (v. Gerlach), den Musculus ciliaris und die schon oben erwähnte »Grundplatte« des Corpus ciliare.

Das **Ligamentum annulare bulbi.** Bei näherer Betrachtung des eingangs erwähnten auf Meridionalschnitten zu Tage tretenden dreieckigen Raumes zwischen Sclera und der Fortsetzung der Chorioidea (der Grundplatte des Corpus ciliare) kann man bemerken, dass derselbe von besonderen Trabekeln oder Balken ausgefüllt ist, durch welche das ganze Dreieck ein weissliches oder graues Ansehen erhält. Versucht man es, an einem herausgeschnittenen Segmente des Auges vom Pferde oder Rinde die Iris von der Cornea abzudrängen, so spannen sich die Balken, welche das Dreieck von der vorderen Kammer abgrenzen, wie Chorden und diese mit blossem Auge sichtbare äussere Grenzschicht des Balkenwerkes wurde als Ligamentum pectinatum oder als »Iris-Fortsätze« bezeichnet, während man den hinter denselben gelegenen Raum als Fontana'schen Raum bezeichnete. Das ganze Dreieck nennt v. Gerlach Ligamentum annulare bulbi.

In den von der Sclera und der Grundplatte des Corpus ciliare begrenzten Raum ragt von der Sclera her eine Wulst (Sclerawulst) hinein, der von sehr verschiedener Entwickelung bei den einzelnen Thierspecies bald bis zur Grundplatte der Chorioidea reichend, bald wieder nur schwach angedeutet den von Grundplatte und Sclera gebildeten Winkel in zwei Theile scheidet; an seiner hinteren Seite inseriren sich die Faserzüge des Ciliarmuskels, und ist die ganze hinter dem Wulste gelegene Partie von diesem Muskel eingenommen. Vor dem Wulste liegt ein besonderes Netzwerk, bestehend aus Fasern verschiedener Dicke, die in verschiedener Richtung verlaufen. Das hinter den Irisfortsätzen, zwischen diesen und dem Sclerawulste gelegene Gewebe zerfällt vorwiegend in zwei Abschnitte. Die direct an der Sclera angrenzende Abtheilung erscheint dadurch besonders ausgezeichnet, dass seine Fasern in einer bestimmten circulären Richtung verlaufen, mithin auf dem Meridionalschnitte als Querschnitte auftreten; sie wird als circulärfaseriger Ring oder Grenzring bezeichnet. Die noch übrig bleibende und zwischen Irisfortsätze nach vorn, Sclerawulst nach hinten, Grenzring nach aussen und Grundplatte nach innen zu gelegene Abtheilung wird durch ein lockeres Netzwerk dargestellt, dessen Fasern sich mannigfach durchflechten. Es lässt sich somit das Ligamentum annulare bulbi ungezwungen in verschiedene Theile zerlegen, welche alle, sowie der zwischen denselben übrig bleibende Raum, in einander übergehen und ein Ganzes ausmachen, und zwar in: 1. die Irisfortsätze, 2. den Grenzring, 3. den Sclerawulst, 4. das lockere Netzwerk (der Fontana'sche Raum der Autoren) und 5. das Netzwerk der Iriswurzel.

Die von der Iriswurzel zum Randtheile der Hornhaut hinziehenden Irisfortsätze sind sowohl beim Pferde als auch bei den Wiederkäuern in mehreren hinter einander liegenden Reihen angeordnet, wobei in der Mehrzahl der Fälle die erste Balkenreihe nicht in einer meridionalen

Ebene mit der zweiten liegt, so dass sich auf Meridionalschnitten entweder nur Balken der ersten oder solche der zweiten Reihe finden. Von besonderem Interesse erscheint die Art und Weise, wie sich die Irisfortsätze an der Cornea inseriren. Indem nämlich die einzelnen Balken im Hornhaut-Iris-Winkel zur Hornhaut hintreten, gehen sie eine Verbindung mit der Membrana Descemetii ein dergestalt, das die Irisfortsätze die Descemeti'sche Membran in einer gewissen Entfernung vom Rande erreichen und durch dieselbe hindurchgehen, um nach dieser Perforation ihr Bindegewebe allmählich mit den Hornhautfasern verschmelzen zu lassen. Die Membrana Descemetii ihrerseits umhüllt diese Balken allseitig in Gestalt einer Scheide, so eine Strecke weit gegen die Iris hinziehend und endigt, sich fortwährend verjüngend, in einer bestimmten Entfernung. Hinter dem letzten Balken des Ligamentum pectinatum wird die Membrana Descemetii dünner und dünner, hebt sich gleichzeitig von der Cornea etwas ab und hört mit einem scharfen Rande auf. In dem so zwischen ihr und der Hornhautgrundsubstanz entstehenden Winkel entspringen die Fasern des elastischen Ringes. Was die feineren Texturverhältnisse der Irisfortsätze betrifft, so werden die vollkommen runden Balken von einem fibrillären Bindegewebe aufgebaut, welches als äussere Hülle die schon genannte Fortsetzung der Decemetischen Membran umgiebt; zwischen letzterer und dem Bindegewebsstroma erscheinen, desto reichlicher vorhanden je näher der Iris gelegen, Pigmentzellen eingestreut. Als äusserste Bekleidung tritt auf der Balkenoberfläche ein Endothel auf, welches sich auf die Vorderfläche der Iris fortsetzt und nichts anderes darstellt als das herübergeschlagene Endothel der Membrana Descemetii.

Dort, wo, wie schon erwähnt, im Hornhaut-Iris-Winkel die Descemetische Membran, sich fortwährend verschmälernd, aufhört und vom eigentlichen Hornhautparenchyme dergestalt abhebt, dass ein sehr spitzer Winkel entsteht, beginnt keilförmig eine Gewebsmasse, der Grenzring. Direkt der Sclera aufliegend vereinigen sich seine Fasern zu einem circulär verlaufenden Bande, so dass uns ein Meridionalschnitt des Ciliarkörpers dasselbe als den Querschnitt eines prismatischen Ringes zeigt. Mit scharfem Rande beginnend, verbreitert sich der dreieckige Ring allmählich, um weiter nach hinten wieder schmäler zu werden und am Sclerawulste zu enden; seine Grenzen bilden also nach aussen, wie schon angedeutet, die Sclera, nach hinten der Sclerawulst, während nach innen zu seine Fasern allmählich in jene übergehen, welche den Rest des Fontana'schen Raumes darstellen. Was den histologischen Aufbau anbelangt, treffen wir theils zu Bündeln vereinigte, theils isolirt und stets circulär verlaufende Fasern eines feinen elastischen Gewebes, dem nur dort, wo der Uebergang in die benachbarten Partien stattfindet, Bindegewebsfibrillen beigemengt sind.

Den freien Raum zwischen den einzelnen elastischen Fasern und Faserbündeln erfüllen, sich jeweilig in ihrer Form den Gewebsmaschen accomodirende und daher polymorph erscheinende kernhaltige Zellen;

ausserdem sind noch vereinzelte Leukocyten und runde Pigmentzellen daselbst aufzufinden. Auffallend ist der Reichthum des Grenzringes an ziemlich dicken Nervenbündeln, welche in ihm eine Zeit lang verlaufen und vermittelst des einen oder anderen Irisfortsatzes in die Iris hinabsteigen. Zu erwähnen ist noch, dass das elastische Gewebe fast völlig gefässlos ist.

Der Raum zwischen Grenzring und der Grundplatte des Ciliarkörpers ist hinter den Irisfortsätzen von Trabekeln verschiedener Dicke, die in allen denkbaren Richtungen verlaufen, ausgefüllt. Der Uebergang des Grenzringes in den Fontana'schen Raum ist kein plötzlicher, er geschieht vielmehr ganz allmählich, indem die circulären Fasern des Grenzringes eine meridionale, radiäre oder andere Richtung einschlagen. Selten ist gegen die Irisfortsätze zu eine scharfe Grenze aufzufinden, so dass auf die dicken Balken der letzteren sofort ein vielmal dünneres Trabekelwerk folgen würde, es treten vielmehr auch hier beide unmerklich in einander über, indem die zunächst der Iriswurzel gelegenen Balken die dicksten und die zwischen ihnen gelassenen Maschenräume die grössten sind, worauf gegen den Sclerawulst die Netzmaschen enger und zarter und die Trabekel dünner werden, ja letztere pflegen bei einzelnen Thierspecies in der Nähe des Sclerawulstes in ein feines bindegewebiges Filzwerk zu zerfallen. Die Trabekel bestehen aus fibrillärem Bindegewebe und sind auf ihrer Oberfläche von einer Endothelscheide bedeckt. Zwischen dem bindegewebigen Antheile der Trabekel und dem Endothelmantel liegen Pigmentzellen, in wechselnder Anzahl bei verschiedenen Thieren sowohl als in verschiedenen Abschnitten dieser Region bei demselben Thiere.

An den Grenzring nach hinten sich anschliessend und nicht scharf davon abgesetzt treffen wir den Sclerawulst, der je nach der Thierspecies bald mehr nach vorn, bald wieder stärker nach rückwärts gerückt erscheint und einmal so mächtig entwickelt ist, dass er die Grundplatte des Ciliarkörpers erreicht, dann wieder bei anderen Thieren kaum den Namen eines Wulstes verdient. Er besteht aus dichtem Bindegewebe, welches gegen die Sclera hin, indem zahlreiche Sehnenfäden des sich hier inserirenden Ciliarmuskels zur Verstärkung beitragen, an Mächtigkeit zunimmt.

Die ganze hintere Hälfte des vom Sclerawulste in zwei Hälften getheilten Corpus ciliare nimmt der Musculus ciliaris (Ciliarband) ein. Der Ciliarmuskel stellt einen glatten (organischen) Muskel dar, welcher in der Hauptsache aus meridional verlaufenden, sich aber wohl auch geflechtartig kreuzenden radiären und circulären Faserbündeln besteht, die sich nach hinten zu an der Chorioidea, nach vorn am Sclerawulste inseriren, aber gelegentlich bei manchen Thierarten auch noch weiter nach vorwärts greifen können.

Die Elemente des Muskels sind überall einkernige Faserzellen, im Allgemeinen von 0,05—0,075 *mm* Länge und, in der Nähe des stäbchenförmigen Kernes, bis 0,006 *mm* Breite. Sie unterscheiden sich von den

Muskelfasern des Darmes sonst nur durch ihre grosse Vergänglichkeit, ihre geringe Resistenz gegen Fäulniss und Reagentien. Die bei jeder einzelnen Thierspecies wieder etwas anders gearteten anatomischen Details sind nach den unter Eversbusch's Leitung von Würdinger angestellten Untersuchungen etwa folgende: Beim Hunde entspringt der Muskel aus der Chorioidea ziemlich spitz; diese Bündel werden durch andere, welche von der inneren Grenzmembran sich ihnen beigesellen, verstärkt. Der Muskel verläuft meridional langgestreckt mit ziemlich spärlichen Anastomosen. Nach vorne gehen fast alle Einzelbündel in eine lange, starke Sehne über, welche hart an der Sclera verläuft. und schon eine kleine Strecke vor dem Schlemm'schen Kanal mit derselben Fasern wechselt, letzteren dann überbrückt und am Ursprunge des Ligamentum pectinatum sich inserirt. Zwischen den Muskelbündeln findet sich reichliches stark pigmentirtes Bindegewebe: eine gesonderte Ringmuskulatur ist nicht vorhanden, und sind auch die Anastomosen in äquatorialer Richtung sehr spärlich. Katze: Die Anordnung des Muskels ist ausgesprochen geflechtartig; seine scleralwärts gelegenen Bündel gehen nach vorne in Sehnen über, welche sich am Ursprunge des Ligamentum pectinatum ansetzen. Wiederkäuer: Das corpus ciliare unterscheidet sich, je nachdem es an einer Ecke der Pupille oder einer Längsseite derselben sich befindet. Dasselbe besteht an den beiden hinteren Dritteln hauptsächlich aus dem Muskel, der von der Pigmentlage durch kein sehr dichtes Bindegewebsstratum getrennt ist. Er bleibt hinten längere Zeit schlank, wird dann aber dicker und endet mit der Hauptmasse im Sclerawulst, mit dem innersten Bündel aber in dem fibrillären Bindegewebe der Basis der Processus ciliares. Schwein: Das corpus ciliare besteht in seinem mittleren Theile nicht wie bei den Fleischfressern vorzugsweise aus Muskeln, sondern zunächst findet sich an der Glaskörperseite eine dicht gewebte, auf Querschnitten 0,02 *mm* dicke bindegewebige Basalmembran; hierauf folgt nach aussen der mit ziemlich viel Bindegewebe durchwebte Muskel. Noch weiter nach aussen folgt die Sclera, welche mit feineren Zweigen in das corpus ciliare ausstrahlt. Der Ciliarmuskel besteht aus zwei Partien, einer inneren und einer äusseren, welche nach dem Ursprunge aus der Chorioidea parallel laufen, und jede aus unter sich anastomosirenden Muskelfasern besteht. Verschieden sind diese beiden Theile in ihrem vorderen Ende, indem der äussere an dem Slerawulst endigt; der innere dagegen, längs der Basalmembran hinziehend, scheint an diese ganz feine Fäden abzugeben, liegt aber mit seiner Hauptmasse um den Sclerawulst und endet in dem Bindegewebe vor demselben, das bis zum Ligamentum pectinatum reicht und die dichten Balken des Fontana'schen Raumes bildet. Pferd: Das Corpus ciliare ist wie bei allen Thieren mit querovaler Pupille oben und unten länger als seitlich. Seitlich ist es wieder aussen langer als innen. Das Corpus ciliare ist auf Querschnitten, abgesehen von den mächtig entwickelten Processus ciliares, sehr schmal. Dasselbe zeigt in seinem hinteren Drittheil hauptsächlich starke Gefässnetze mit

seltenen Muskelfäden, im mittleren den eigentlichen Muskel, und in dem vorderen die weite Ausbreitung des Ligamentum pectinatum mit den Lücken und das dichte Gewebe der Processus ciliares, welches den Hauptantheil am Corpus ciliare hat Der Muskel selbst ist an Oberstücken länglich gebaut und aus ziemlich vielen mit einander anastomosirenden Fäden zusammengesetzt; auf der Seite, wo er wegen des Durchtrittes starker Gefässe durch das Corpus ciliare auf manchen Schnitten gar nicht zu sehen ist, besteht er aus kürzeren, etwas dickeren Bündeln. Das hintere Ende des Muskels verläuft zwischen den Venenplexus und ist deshalb nicht genau zu bestimmen; das vordere theilt sich und inserirt sich am Sclerawulst, mit einem Bündel aber in der Basalschichte der Processus ciliares.

Was die Grössenverhältnisse des Ciliarbandes betrifft, so mögen einige Maasse aus der Arbeit Würdinger's Platz finden;

	Länge des Musc. cil. in Millimeter	Grösste Breite des Musc. cil. in Millimeter	Sagittaldurchmesser des Auges in Millimeter
Pferd	4,3	0,4	ca. 45
Schwein	3,2	0,3	ca. 18
Hund	2,6	0,4—0,6	18
Katze	2,7—3,4	0,27—0,15	16—17
Kaninchen	1,1	0,2	16

Als Grundplatte des Ciliarkörpers bezeichnen wir die innere, den Ciliarkörper nach der Augenaxe zu abgrenzende Oberfläche desselben.

Was zunächst den Orbiculus ciliaris betrifft, so finden wir in ihm als einer Forsetzung der Chorioidea auch deren histiologischen Aufbau wieder mit Ausnahme einzelner Elemente, welche hier in Wegfall kommen. Zunächst vermissen wir die Schichte der capillären Blutgefässe, die Choriocapillaris, welche, nachdem von der Ora serrata ab nach vorn die Stäbchen und Zapfen der Netzhaut fehlen, für deren Ernährung die Choriocapillaris bestimmt ist, hier überflüssig wird. Ausser der Capillarschicht hört von den übrigen Straten der Chorioidea auch noch das der Choriocapillaris nach innen angelegene Endothelhäutchen auf, dagegen setzt sich das feine Netz elastischer Fasern (siehe Chorioidea) auf den Orbiculus fort, ebenso die Basalmembran, welche aber verdickt erscheint und unregelmässige gitterförmige Vorsprünge aufweist. Neu tritt zu dem Chorioidealgewebe im Orbiculus hinzu eine reichliche Menge feiner fibrillärer Bindegewebsbündel, welche in meridionaler Richtung verlaufend gewissermassen die Grundlage für den Orbiculus bilden.

Nach vorn zu geht der Orbiculus über in die schon beschriebenen Ciliarfalten (Processus ciliares, Plicae ciliares), welche starke Anschwellungen des vom Orbiculus herziehenden fibrillären Bindegewebes



Fig. 341. Durchschnitt durch einen Ciliarfortsatz, senkrecht zu dessen Längsaxe.

a Bindegewebe, bei *b* von der inneren bindegewebigen Lage des Ciliarkörpers ausgehend; *c* farbloses Epithel des Pars ciliaris retinae; *d* Pigmentschichte der Pars ciliaris retinae; *e*, *e* Anschwellungen des farblosen Epithels.

darstellen und an ihrer Oberfläche einen Saum von schwarzen Pigment-Körnern tragen. Nach innen hat dieses Bindegewebsgerüste eine Glaslamelle, auf deren Innenfläche der Ciliartheil der Retina (wie im Orbiculus) zu liegen kommt.

Die Nerven des Ciliarkörpers stammen von den Ciliarnerven, welche sich in den Ciliarmuskel einsenken und dortselbst ein Geflecht, in welches Ganglienzellen eingestreut gefunden werden, bilden, von welchem aus nach einwärts die Nerven für die Iris, nach auswärts die Hornhaut versorgende Stämmchen wegtreten.

3. Iris, (Regenbogenhaut, Blendung).

Makroskopisches. Als Iris bezeichnen wir die vorderste, schon während des Lebens durch die durchsichtige Hornhaut hindurch erkennbare Abtheilung der Tunica uvea, welche am vorderen Winkel des Ciliarkörpers sich in einem nahezu rechten Winkel nach der Augenaxe zu umschlagend als freie im Centrum durchbohrte Scheibe in den Raum zwischen Hornhaut, Ciliarkörper und Linse hineinragt und, mit ihrer Rückfläche zum Theile der Linse frei aufliegend, denselben in zwei ungleich grosse und mit einander communicirende Abtheilungen, die vordere und die hintere Augenkammer theilt. Demgemäss müssen wir an der Regenbogenhaut zwei Flächen, eine Vorderfläche und eine Hinterfläche, sowie zwei Ränder unterscheiden, von welch' letzteren der eine kreisrunde die schon früher beschriebene Insertionsstelle der Iris an den Hornhautrand und das Corpus ciliare bezeichnet und als Ciliarrand, Margo ciliaris, der andere, die Iris gegen die centrale Perforation (Pupille, Sehloch) abgrenzende freie innere Rand als Pupillarrand, Margo pupillaris, benannt wird. Die Form der in ihrer Grösse sich auf verschiedene Einwirkungen, namentlich auf Lichtreize, nicht aber willkürlich verändernden schwarz oder graublau erscheinenden Pupille lässt bei unseren Haussäugethieren drei Typen unterscheiden: die runde, die querovale und die senkrecht spaltförmige Pupille. Während wir eine rundliche Configuration der Pupille nur beim Hunde (und ausserdem noch beim Menschen) finden, weist das Auge der Einhufer und Wiederkäuer (Pferd, Rind, Schaf, Ziege) und des Schweines eine quer-ovale Pupille auf, wobei der Breitendurchmesser den Höhendurchmesser um ein bedeutendes überragt; als Träger der spaltförmigen und mit ihrem grössten Diameter senkrecht gestellten Pupille treffen wir die Katze (und das Kaninchen). Erwähnt sei übrigens noch, dass bei starker Erweiterung jede Pupille rund erscheint. Die Farbe der Irisvorderfläche zeigt bei den einzelnen Thierindividuen eine gewisse Mannigfaltigkeit, die ihren Grund in einem bald geringeren, bald sehr bedeutenden Pigmentreichthum in der Membran selbst hat. Während be albinotischen Augen

gleich der Chorioidea auch die Iris völligen Pigmentmangel und damit eine fast reinweisse Farbe zeigt (sog. Glasaugen), lässt uns eine nur schwach mit Pigmentmassen beladene Regenbogenhaut eine blaue Farbe erkennen. Die am häufigsten getroffene Irisfarbe ist ein Braun, das vom hellen Gelbbraun (sog. Birkenauge) und Gelbgrün bis in die tiefdunklen Nüancen spielt. Beim Hunde nicht selten und geradezu häufig beim Schweine kommt es vor, dass die Iris eines oder beider Augen desselben Individuums nicht gleichmässig gefärbt erscheint, sondern ein Sektor oder vielleicht die Hälfte der braunen oder blauen Regenbogenhaut in ziemlich scharfer Abgrenzung anders, meist weiss gefärbt ist; man bezeichnet einen derartigen Zustand als Heterochromia oculi oder Heterophthalmus. Die Irisrückfläche zeigt ein gesättigtes Schwarz.

Ein weiterer Blick auf die Regenbogenhaut lehrt uns, dass ihre Oberflächen nicht völlig glatt sind; zunächst bemerken wir auf der Vorderfläche in einiger Entfernung vom Pupillarrande und mit diesem annähernd parallel verlaufend — ungefähr so weit davon weg als die Breite des Musculus sphinkter iridis beträgt — eine mehr oder weniger ausgesprochene zackige Grenz-Linie, welche die ganze Irisoberfläche in zwei ungleiche Zonen, die schmälere Pupillarzone (Annulus iridis minor) und die breitere Ciliarzone (Annulus iridis major) theilt. Die Grenzlinie selbst wird durch einen feinen arteriellen Gefässplexus, den Circulus arteriosus iridis minor, bedungen.

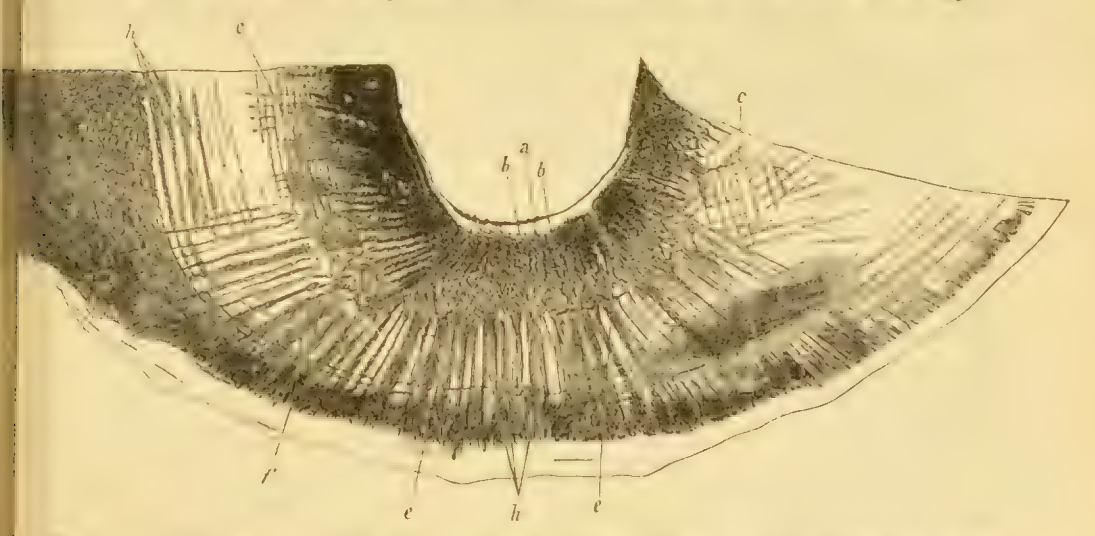


Fig. 342. Flächendarstellung der ganzen accessorischen Sphincter-Insertion in der Iris des Pferdes (von hinten gesehen).
a Musculus sphincter iridis; *b* Anfangstheil der Radienfasern; *c* Sphincterzüge, welche sich gegen den Beginn des Hemmungsbandes zusehends verjüngen; *e* Arkadenbildung; *f* Endbündel.

Nächst ihr treffen wir auf beiden Seiten der Iris eine Anzahl feiner Falten und Leisten, von denen einzelne bei jeder Grösse der Pupille, also bei jedem Spannungszustande der Iris vorhanden sind und daher Strukturfalten genannt werden, während andere um so stärker werden, je hoher in bestimmter Weise der Spannungsgrad der Regenbogenhaut ist, und man bezeichnet die letzteren in Folge dieser Eigenschaft als Contraktionsfalten; sie sind anders bei starker Verengerung und anders bei bedeutender Erweiterung der Pupille.

Die bei einzelnen Thierspecies constant wiederkehrende eigenartige Form der Pupille findet ihren Grund in besonderen anatomischen Verhältnissen der Irismuskulatur. Legt man eine möglichst pigmentfreie Pferdeiris auf wenige Tage in Müller'sche Flüssigkeit und bringt die auf der Hinterfläche derselben be-

findlichen Pigmentmassen mittelst feinen Pinselchens weg, so gewahrt man nach den Untersuchungen von Eversbusch, denen ich hier folge, ganz deutlich mit freiem Auge, wie sich aus der im Allgemeinen nur leicht radiär streifig erscheinenden hinteren Irisfläche zwei an den Seitenwinkeln der Pupille gelegene, mehr weniger dreieckig configurirte Stellen abheben, welche durch eine exquisit radiäre Streifung ausgezeichnet sind. Diese Partien springen dabei deutlich über das Niveau der Iris nach hinten vor. Die einzelnen Streifen-Bündel, am Ciliarrande beginnend und erst in einer Entfernung von ungefähr 2 *mm* vom Pupillarrande endigend, schlagen einen derartig geradelienigen Verlauf ein, sich immer mehr zusammendrängend, dass man sich ihre Vereinigung in einem Punkte denken könnte, der im horizontalen Durchmesser der Pupille gelegen ebenso weit vom Mittelpunkte wie vom Endpunkte desselben entfernt ist. Und ganz die gleiche Eigenthümlichkeit hinsichtlich ihrer Architektonik wie beim Pferde zeigen die Irides beim Schafe, der Ziege und dem Rinde. Legt man durch diese Gegend der Iris einen mikroskopischen Flachschnitt, so lässt sich unschwer erkennen, dass man es mit einem in der Gefässschichte verlaufenden lamellösen Apparate zu thun hat, der aus musculären Fasern besteht und mit elastischen Faserzügen untermischt ist, resp. in die Bündel des Sphinkter pup. übergeht. Daher bezeichnet Eversbusch diesen Hilfsapparat als »accessorische Sphinkterinsertion«. Ganz analoge Verhältnisse sind gegeben bei dem Schwein und den Thieren mit längsspaltigen Pupillen.

Mikroskopisches. Was die feineren Strukturverhältnisse der Regenbogenhaut betrifft, so muss zunächst auf die Entwicklungsgeschichte der Membran hingewiesen werden. Es ist zu unterscheiden das eigentliche Irisstroma oder die Pars uvealis iridis vel Pars iridica uveae, welche der Masse nach den Hauptbestandtheil der Regenbogenhaut bildet und in der die reichlichen Gefässe verlaufen; sie ist aus den bindegewebigen Hüllen des epithelialen Sehbechers hervorgegangen. Hinter ihr gelegen auf der hinteren Irisfläche finden wir die bedeutend schmälere Pars iridica retinae vel Pars retinalis iridis, welche eine Fortsetzung der secundären Augenblase darstellt, deren beide Blätter an der Stelle der später entstehenden Pupillaröffnung umbiegen.

In diesen beiden gut von einander differenzirbaren Gebieten lassen sich wieder weitere Unterabtheilungen auffinden, so dass man auf einem mikroskopischen Querschnitt durch das Irisgewebe (nach Schwalbe) folgende Strata auffinden kann, und zwar in der Pars uvealis iridis:

1. ein zartes, schmales Endothelhäutchen, das vordere Iris-Endothel,
2. das eigentliche gefässreiche Bindegewebe der Regenbogenhaut oder das Iris-Stroma, in das noch in bestimmter Anordnung ein Muskel-Apparat eingewebt erscheint und
3. die hintere Grenzlamelle.

Nach hinten zu in der Pars retinalis iridis erkennt man entsprechend

1. dem äusseren Blatte der secundären Augenblase die vordere Lage spindelförmiger Zellen, und
2. dem inneren Blatte der secundären Augenblase die hintere Lage dicker pigmentirter Zellen.

1. **Pars uvealis iridis.** a) Das vordere Irisendothel stellt ein ununterbrochenes, auch die Leistchen der Irisvorderfläche überziehendes und die seichten Furchen überbrückendes, aus einer einschichtigen Zelllage bestehendes Häutchen dar. Die einzelnen Endothelzellen besitzen einen mehr rundlichen, häufig polygonalen, sehr abgeplatteten und fein granulirten Zellleib, in dem sich ein rundlicher Kern vorfindet. Die Zellgrenzen lassen sich durch Höllenstein sehr deutlich hervorbringen. Die Zellen besitzen eine grosse Aehnlichkeit mit jenen, wie sie als hinteres Hornhautendothel der Rückfläche der Membrana Descemetii aufliegen, was um so weniger verwundern darf, als das Irisendothel nur eine Fortsetzung des Hornhautendothels darstellt. Wie wir oben gelegentlich der Betrachtung des Corpus ciliare bereits gefunden, umscheidet die Descemeti'sche Membran die sog. Irisfortsätze, also die Verbindungsfasern und Balken zwischen Hornhaut und Regenbogenhaut, und dieser Mantel der Membrana Descemetii erhält seinerseits wieder eine Umkleidung vom Hornhautendothele her, das also vermittelst der **Irisfortsätze seinen Weg auf die Irisvorderfläche nimmt.**

b) Das Irisstroma setzt sich zusammen aus zwei allmählig in einander übergehenden und hinter einander gelegenen Schichten, nämlich der direct unter dem Endothele gelagerten vorderen Grenzschichte (Lamella iridis anterior, Membrana Zinii, vordere Schichte des Irisstromas) und der eigentlichen Gefässschichte. α) Was zunächst die vordere Grenzschichte anbelangt, so lässt sie sich als ein netzartiges Flechtwerk erkennen, das von mehreren Lagen polymorpher, meist spindel- und sternförmiger Zellen hergestellt wird, die in ihrem Zellenleib ab und zu Pigmentkörnchen enthalten und sowohl unter sich selbst Uebergänge zeigen als auch sich allmählig an der Uebergangsstelle mit den Formelementen der Gefässschichte verweben. Die bei der geflechtartigen Anordnung zwischen den einzelnen Zellenmassen bestehenden Lücken und Maschen müssen als Lymphräume aufgefasst werden, wie man in ihnen auch die morphologischen Bestandtheile der Lymphe, das sind die Lymphkörperchen, antreffen kann. β) Die das bei Weitem stärkste und entwickeltste Stratum der Regenbogenhaut ausmachende **Gefässschichte stellt ein äusserst lockeres, schwammiges, com**pressibeles Gewebe dar, welches aus Bindegewebszügen aufgebaut wird und noch viel grössere Lückenräume bildet als jene der vorderen Grenzschichte sind, mit denen sie in direktem Zusammenhange stehen, wie andererseits eine Communication dieser Spalträume am Ciliarrande der Iris mit den Räumen zwischen den Irisfortsätzen und damit gleichzeitig mit der vorderen Augenkammer stattfindet. Eine bedeutende Stütze erhalten die lockeren bindegewebigen Massen durch die äusserst reichlichen, in zwei bis drei Lagen über einander befindlichen, radiär vom Ciliarrande her durch diese Schichte der Regenbogenhaut ziehenden Blutgefässe und Nerven, welche sämmtlich von den Bindegewebsbündeln her eine adventitielle, sie umspinnende Scheide bekommen. Die Iris-Arterien entspringen alle aus einem, den Ciliarrand der Regenbogen-

haut umsäumenden arteriellen Gefässplexus, dem Circulus arteriosus iridis major, streben in radiärem und ziemlich gestrecktem Verlaufe, während dessen sie sich unter spitzem Winkel gabelig theilen und successive im Kaliber verringern, dem Pupillarrande zu. Bevor sie denselben jedoch noch erreichen, vereinigen sich einzelne abzweigende arterielle Aestchen und bilden an der Grenze zwischen der pupillaren und der ciliaren Zone der Iris, also in jener Gegend, welche wir schon als sog. Grenzlinie kennen gelernt haben, von Neuem einen Gefässplexus, den Circulus arteriosus iridis minor. Die übrigen Arterienstämme nähern sich dem pupillaren Rande und damit gleichzeitig ihrer capillären Auflösung und bilden mehrere Netze, von denen eines in den Musculus sphinkter iridis eindringt, ein anderes findet sich an der hinteren Grenze der Gefässschichte und ein drittes im Gebiete der vorderen Grenzschichte. Aus ihnen sammeln sich unter Vereinigung in spitzen Winkeln die Venen, welche in ebenfalls möglichst geradlinigem Verlaufe dem Ciliarrande der Iris zustreben, sich zu Büscheln vereinigen und schliesslich längs der inneren Fläche des Ciliarmuskels zusammen mit den Venen der Ciliarfortsätze nach hinten in die Wirtelgefässe — Venae vorticosae — übergehen. Ausserdem finden sich an Reichlichkeit mit steigendem dunklen Colorit der Iris zunehmend in der Gefässschichte klumpige und schollige braune Pigmentanhäufungen zerstreut, welche nur zuweilen noch einen Kern erkennen lassen und oft bei der Betrachtung der Präparate sehr störend die anderweitigen Details verdecken können.

Von grösster Wichtigkeit für die ganze Pupillarbewegung ist der in die Gefässschichte des Irisstromas eingelagerte, aus organischen Fasern bestehende muskulöse Apparat, der lange Zeit Gegenstand einer heftigen Controverse gewesen. Während alle Forscher über die Existenz und auch so ziemlich über die Anordnung eines in der Pupillarzone belegenen ringförmigen Muskels, des Sphinkter iridis, welcher in Aktion getreten eine Pupillarverengerung bewirken muss, einig waren, wurde das Vorhandensein eines zweiten Muskels mit ciliarer Insertion und radiärem Faserverlaufe, von dem man eine active Erweiterung der Pupille erwartete und ihn desshalb Dilatator nannte, bis vor nicht langer Zeit lebhaft umstritten. Nach den eingehenden Untersuchungen von Eversbusch ist diese Frage für unsere Haussäugethiere wenigstens zu Ungunsten eines solchen Musculus dilatator entschieden.

Der Sphinkter iridis besteht der Hauptsache nach aus einem die ganze Breite der Pupillarzone einnehmenden ringförmigen glatten Muskel, dessen einzelne Bündel sich zahlreich und kreuzweise gegenseitig durchflechten und durch einzelne feine Bindegewebszüge abgetheilt sind. Während bei den Thieren mit spaltförmiger Pupille die Ueberkreuzung der Muskelzüge der Sphinkterausbreitung eine relativ sparsame ist, so dass man fast den Eindruck bekommt, als ob man es mit selbstständigen, für sich abgeschlossenen Muskelringen zu thun habe, erscheint im Gegensatze hierzu bei den Thieren mit runden Pupillen die Durch-

flechtung und Ueberkreuzung der Sphinkterelemente eine sehr bedeutende, und zwar eine desto innigere, je mächtiger der Sphinkter ausgebildet ist (Eversbusch).

Nach rückwärts und direct liegt der Gefässschichte c, die hintere Grenzlamelle (Glaslamelle, Basalmembran, hintere Begrenzungshaut, Bruch'sche Membran) auf. Dieselbe stellt eine sehr zarte Membran dar, merklich schmäler als der Querdurchschnittsmesser einer glatten Muskelfaser, ist fein radiär gestreift und lässt sich dieser feinen Streifung entsprechend bei fortgesetzter Maceration in zarte Fäserchen zerklüften, die jedoch nichts mit Muskelfasern oder Fibrillen zu thun haben. Ein weiterer Beweis, dass man es bei der hinteren Begrenzungshaut nicht mit einem muskulären Stratum zu thun habe — sie ist es nämlich, die man lange Zeit für einen »Dilatator pupillae« mit radiärem Faserverlaufe angesehen hat —, ist auch die Art, wie sie zerreisst: die Rissstellen gehen gerade durch, zeigen höchstens feinste Auszackungen des Rissrandes, aber nie die unregelmässigen Rissränder, welche glatte Muskelmembranen darzubieten pflegen. Indem die Bruch'sche Membran für die sich in ihr auflösenden Sphinkterinsertionsbündel das Punktum fixum abgiebt, erscheint sie gleichsam als die Sehne des Pupillarverengerers. In anderen Beziehungen steht sie zu muskulären Elementen nicht.

2. **Pars retinalis iridica.** Der Bruch'schen Membran nach hinten aufliegend finden wir zunächst eine vordere Lage spindelförmiger radiär gestellter Zellen mit ovalem Kerne, welche die ganze Rückfläche überziehen, und hinter dieser erkennen wir die hintere Lage der Pars retinalis iridis, die von einem dichten Saume schwarzen körnigen Pigmentes gebildet wird. Die hintere Fläche dieser Pigmentschichte ist von einem ganz feinen glasartig durchsichtigen strukturlosen Häutchen, der Membrana limitans, überzogen, welche am Pupillarrande gerade so weit reicht wie die Pigmentschichte und nach dem Ciliarrande hin auf die Ciliarfortsätze übergeht.

Die Nerven der Iris stammen von den Ciliarnerven, resp. aus dem durch dieselben gebildeten Plexus und streben, im Anfange noch markhaltig, später unter Verlust ihrer Markscheide und unter häufigem Faseraustausch dem Pupillarrande zu, bilden feine Plexus, in welche ab und zu uni- und bipolare Ganglienzellen eingestreut sind; schliesslich senden diese Plexus feinste Verzweigungen in den Sphinkter iridis und zu den Blutgefässen, ohne dass über ihre Endigungsweise dortselbst Positives bekannt wäre.

4. Nervus opticus (Sehnerv).

Am Nervus opticus muss man die von den Gehirnhäuten abstammenden Scheiden und den eigentlichen Sehnervenstamm, und am letzteren wieder den orbitalen und den intraocularen Abschnitt unterscheiden.

Der äusserste Scheidenmantel, den der Sehnerve trägt, stammt von

der Dura mater cerebralis ab und wird als äussere fibröse Scheide, Vagina fibrosa, Duralscheide oder äusseres Neurilemm bezeichnet; die innerste Scheide oder Pialscheide stellt eine Fortsetzung der Pia mater cerebralis dar und liegt dem Sehnerven dicht und straff an. In den zwischen Duralscheide und Pialscheide entstehenden Raum (intervaginaler Raum) schiebt sich ein drittes, der Arachnoidea cerebri angehöriges Scheidenrohr, die Arachnoidalscheide ein, durch welche der intervaginale Raum nothwendiger Weise in zwei Zwischenscheidenkanäle zerlegt werden muss, von denen der äussere und schmälere zwischen Duralscheide und Arachnoidalscheide, der geräumigere und innere zwischen letzterer und der Pialscheide sich befindet.

Ein durch den Augenhöhlenabschnitt des Sehnerven zu seiner Längsaxe senkrecht gelegter Schnitt wird uns demnach Folgendes erkennen lassen: Das Centrum bildet das Bündelwerk der Nervenfasern, welches von einem damit innig verwachsenen Ringe (der Pialscheide) umrahmt wird. Nun folgt ein Spaltraum (die innere Abtheilung des intervaginalen Raumes), der mit einem feinem Netzwerk zarter, eine Endothelumhüllung tragender Balkchen erfüllt ist und mit den Subarachnoidalräumen des Gehirns communicirt. Die äussere Wandung dieses Spaltraumes bildet der Ring der Arachnoidalscheide und dieser ist mittels straff angezogener, sich nicht verästelnder, kurzer Bälkchen an die äusserste, dritte concentrische Ringfaserlage (Duralscheide) angeheftet; zwischen beiden existirt eine capillare Spalte (die äussere Abtheilung des intervaginalen Raumes), welche eine Fortsetzung des Subduralraumes des Gehirnes ist. Geringe Abweichungen von diesem Schema kommen bei einzelnen Thierarten vor.

An der Stelle, wo der Sehnerv in den Augapfel eintritt, ändert sich das Verhalten seiner Scheiden, indem zunächst unter Aufhebung des subduralen Raumes die Arachnoidalscheide mit der Duralscheide innig verschmilzt, um alsdann mit ihren gemeinsamen Fasern in stumpfem Winkel umzubiegen und in die äusseren Faser-Lagen der Sclera, zwischen diesen noch eine Strecke weiter verlaufend, einzustrahlen. Die Pialscheide dagegen bleibt über diese Stelle hinaus dem Sehnerven noch kurze Zeit anliegend, um alsdann ebenfalls nach der Sclera umzubiegen und sich mit deren inneren Faserzügen zu vereinigen. Dadurch geschieht es, dass der Subarachnoidalraum innerhalb der Sclera erst endigt und zwar mit einer Anschwellung, welche auf dem Querschnitte in der Gestalt eines Dreiecks erscheint, dessen spitzer Winkel noch in die Sclera hineinragt.

Als scharf gezeichnete Grenze zwischen orbitalem und intraocularem Abschnitt des Sehnervenstammes giebt sich uns jene Linie, an welcher die vereinigte Dural- und Arachnoidalscheide in die Sclera umbiegt, durch einen plötzlichen Farbenwechsel des Opticus zu erkennen, indem derselbe von da gehirnwärts ein glänzend weisses, augwärts dagegen ein grau schimmerndes Colorit auf dem Durchschnitte sehen lässt. Es rührt dies von dem Umstande her, dass der Sehnerv

im orbitalen Verlauf markhaltig ist, in seinem Augapfeltheile dagegen plötzlich marklos wird.

Der orbitale Sehnervenabschnitt besteht aus einer ungeheuer grossen, schätzungsweise auf eine halbe Million angegebenen Masse von markhaltigen, an Dicke sehr verschiedenen Nervenfasern, welche, der Schwann'schen Scheide entbehrend, zu Bündeln zusammengetreten sind. Diese Nervenfaserbündel werden von Bindegewebszügen, welche der Pialscheide entstammen, umhüllt und mit diesen Balken und in ihnen verlaufend treten gleichzeitig von der Pialscheide feine Gefässreiser mit in den Sehnerven ein. Zwei grössere Blutgefässe finden sich, neben einander herlaufend, im Centrum des Opticus vor: die Arteria und Vena centralis retinae, welche unter spitzem Winkel, von der Arteria resp. Vena ophthalmica abzweigend, in den Sehnerven eindrangen und gleichzeitig auf ihrem Wege von der Pialscheide ein Bindegewebsstratum mit sich nahmen, welches sie während ihres ganzen Verlaufes als centraler Bindegewebsstrang begleitet und umhüllt und auch später noch in die Netzhaut übergeht (siehe Retina). Die einzelnen Nervenfasern sind durch eine Neuroglia, welche ausserdem noch zahlreiche platte zellige Elemente enthält, verbunden. Indem nun der Opticus in den von Sclera und Chorioidea umrahmten Abschnitt in die Lamina cribrosa (Siebplatte) eintritt, verlieren die Nervenfasern, wie schon oben erwähnt, unter gleichzeitiger Verjüngung des Stammes ihr Mark, sie werden dünner und dabei zugleich zahlreicher und verflechten sich. Andererseits nehmen die Bindegewebsbalken bedeutend an Dicke zu, verlaufen nun quer und liegen in mehreren Etagen hinter einander. In diese Platte, welche Maschenräume, ähnlich wie bei einem Siebe bildet, strahlen noch und zwar in den hinteren Abschnitten Faserzüge der Sclera, in den vorderen solche der Chorioidea ein und verstärken dadurch das siebartige Bindegewebsgerüste, durch welches die Nervenfasern hindurchgehen, beträchtlich. Alle diese Balken der Lamina cribrosa enthalten in ihrem axialen Theile Blutgefässe, und durch diese sehr entwickelte Gefässanordnung in der Siebplatte steht das Ciliargefässsystem mit dem Netzhautgefässsystem in Verbindung.



Fig. 343. Querschnitt des Nervus opticus innerhalb der Sclera.
* Vasa centralia retinae, 1. äusseres Neurilem, 2. lockeres Bindegewebe, 3. inneres Neurilem.

5. Die Retina (Netzhaut, Tunica nervea oculi, Tunica amphiblestroides, Nervenhaut, innere Augenhaut).

Makroskopisches. Die Netzhaut kleidet, indem sie eine flächenhafte Ausbreitung des durch den engen Ring der Chorioidea in den Augapfel eingetretenen Sehnerven darstellt, die innere Oberfläche der Chorioidea aus und liegt derselben allerorts, durch den Glaskörper in ihrer Lage erhalten, eng an, ohne jedoch in besonders inniger Verbindung mit ihr zu stehen; einzig an der Stelle, wo die Netzhaut unter Umbiegung der Nervenfasern aus dem Sehnerven sich entwickelt und dann nach vorne zu gegen die Ora serrata in ringförmiger Ausdehnung lassen sich beide Membranen nur auf gewaltsame Weise von einander trennen. Je nach der Grösse des Augengrundes hat die Retina demnach auch bei den einzelnen Hausthierarten eine verschiedene Ausdehnung. Dabei erscheint sie als glatte, weiche Haut, die auf ihrem Querschnitte etwa 0,4—0,1 *mm* misst und ihre grösste Dicke in der Nähe des Sehnerveneintrittes, ihren schwächsten Durchmesser in der Gegend der Ora serrata besitzt, also von der Papilla optica nach vorn zu allmählich an Dicke abnimmt. Was ihre Farbe betrifft, so muss man genau unterscheiden, ob man ein Auge untersucht, das vorher den Lichtstrahlen ausgesetzt oder im Dunkeln gehalten war. Oeffnet man nämlich das Auge eines frisch getödteten Thieres, welches einige Stunden lang in einer Dunkelkammer sich aufhielt, so wird man die Retina purpurroth gefärbt finden; in einem Auge dagegen, wo dieselbe vor dem Tode eine Zeit hindurch belichtet gewesen, erscheint sie völlig farblos, so dass man das Pigment und alle stärkeren Blutgefässe der Chorioidea durchschimmern sieht. Es rührt dies daher, dass sich in der verdunkelten Netzhaut und zwar in den Aussengliedern der Stäbchen ein rother Farbstoff (Sehroth, Sehpurpur, Rhodopsin) bildet, welcher durch die Belichtung, indem er allmählich durch orange, gelb und chamois wechselt, in die Farblosigkeit übergeht. Aus diesem Grunde finden wir für gewöhnlich in den ohne die Kautelen der vorherigen Verdunkelung secirten Augen farblose Netzhäute, die alle nach kurzer Zeit die Farbe des Milchglases annehmen (Leichenerscheinung). Bei einigen Hausthieren (Rind, Schaf, Hund, Katze) erscheint die Purpurfarbe innerhalb eines horizontalen Streifens viel intensiver, **Sehgürtel, Sehleiste.**

Wenn oben angegeben wurde, die Netzhaut überziehe nur die innere Oberfläche der Chorioidea und erreiche ihr Ende somit in der Gegend der Ora serrata, so ist dies nur dann richtig, wenn man lediglich den lichtempfindenden, mit dem optischen Endapparate ausgerüsteten Abschnitt der Membran in Betracht zieht. Dieser physiologische Theil, die **Pars optica retinae**, nimmt zwei Dritttheile des Augeninnern ein und hört vor dem Orbiculus ciliaris auf; die Netzhaut aber reicht, freilich unter Verlust der percipirenden nervösen Elemente, noch viel weiter nach vorn zu und überzieht die innere Oberfläche der Ciliarfortsätze, **Pars ciliaris retinae**, und selbst die Rückfläche der Regenbogenhaut bekommt einen, allerdings sehr dünnen retinalen Belag, der als **Pars iridica retinae** bezeichnet wird. Die Zugehörigkeit dieser beiden letzten Abschnitte zur Netzhaut ist entwicklungsgeschichtlich festgestellt.

Die Form der **Papille** ist beim Pferde und den Wiederkäuern queroval, bei dem Schweine und der Katze rund, die Hundepapille zeigt die Configuration eines gleichseitigen Dreiecks mit abgestumpften Winkeln; ihr Centrum erscheint beim **Pferde** flachgrubig, bei der **Ziege** trichterförmig vertieft (centrale Excavation, physiologische Excavation), bei den **übrigen Hausthieren** aber flach. Aus dem Centrum oder den Randtheilen (**Pferd**) treten die arteriellen Blutgefässe aus, um sich in der Netzhaut zu verbreiten und als Venenstämme wieder zur Papille zurückzukehren.

Mikroskopisches. a) Die **Pars optica retinae** besteht aus zwei ihrer Grösse nach sehr verschiedenen und auch ihren grob anatomischen wie histiolo-

gischen Eigenschaften zu Folge sich deutlich und scharf unterscheidenden Territorien, dem intraocularen Ende oder der Eintrittsstelle des Sehnerven und dem Gebiete der Nervenausbreitung.

a) Die Eintrittsstelle des Sehnerven (auch und zwar mit Unrecht allgemein als Papilla optici bezeichnet, obwohl ein knötchenförmiges Hervorspringen dieses Theiles bei keinem einzigen Thiere beobachtet werden kann) findet sich in der Gegend des hinteren Augenpoles, jedoch niemals mit demselben zusammenfallend, sondern bei den Pflanzenfressern etwas unter demselben und bei allen Hausthieren lateral von ihm gelagert.

Auf mikroskopischen Schnitten durch den Sehnerveneintritt finden wir, dass die Sehnervenfasern ihre Anordnung wie im Sehnervenstamm zu gröberen und feineren Bündeln beibehalten; nur werden dieselben hier nicht mehr durch von der Pialscheide oder dem Sclerarande ausgehendes Bindegewebe septirt, sondern das stützende Gerüstwerk für die Papille liefern bogenförmige Faserzüge, welche von dem die centralen Blutgefässe im Sehnervenstamme umspinnenden Bindegewebsstrange ausstrahlen. Der letztere erreicht somit sein Ende an der Excavation der Papille. Sobald der Sehnerv die Gegend der Lamina cribrosa passirt hat, nehmen seine Fasern einen bogenförmigen radiären Verlauf und treten, zunächst noch in mehreren Bündeln über einander liegend, in die Ebene der Netzhaut über. Dabei erreichen jene Sehnervenfasern, welche bereits innerhalb des Nervus opticus die Randpartien bildeten, auch am weitesten nach aussen in der Nervenfaserschichte ihr Ende. Die zu Bündeln vereinigten Nervenfasern sind marklos, zwischen ihnen lassen sich nur schmalste capilläre Spalten ausfindig machen, welche mit den zelligen Elementen der Neuroglia ausgekleidet sind. In der ringförmigen Oeffnung für den Sehnerven wird die Verbindung zwischen demselben und der Netzhaut durch ein spongiöses bindegewebiges Netzwerk, das sog. intermediäre Gewebe (Kuhnt) festgestellt.

b) Das Gebiet der Nervenausbreitung besitzt trotz der nur geringen Dicke der Netzhaut eine ausserordentlich complicirte Struktur, an welcher zwei verschiedene Gewebsarten unterschieden werden müssen: das als stützendes Gerüste dienende Bindegewebe und die darin eingebetteten nervösen Elemente. Von letzteren haben wir bereits die Nervenfasern kennen gelernt, wie sie vom Sehnerven radiär ausstrahlen in die Retina, um daselbst zu einem eigenthümlichen nervösen Endapparate zu treten, zu den sog. Stäbchen und Zapfen, welche noch von einer Pigmentscheide umkleidet werden. Zwischen der Nervenfaser und dem Endapparate finden wir nervöse, zellige Körper — Ganglienzellen — eingeschoben. Die Anordnung der einzelnen Gewebselemente in der Netzhaut geschieht in Form von Schichten, welche, parallel der Oberfläche der Membran verlaufend, sich übereinander reihen und mehr oder weniger scharf abgegrenzt in einander übergehen.

Die Netzhaut geht entwickelungsgeschichtlich aus der secundären

Augenblase des Sehlappens (Ophthalmencephalon) hervor, deren beide Blätter und zwar in sehr ungleicher Weise sich an ihrer Bildung betheiligen; während das äussere Blatt sich nur zu einer einzigen (der äussersten, der Chorioidea direkt anliegenden, zu der man sie auch eine Zeit lang hinzurechnete) Schichte, der Pigmentepithelschichte oder dem Retina-Epithel entwickelt, entstehen alle übrigen zehn Schichten aus dem inneren Blatte. Diese letzteren differenziren sich nach ihren morphologischen Eigenschaften in zwei Hauptlagen, deren äussere (also dem Retinaepithele zugewendete) die specifischen, zum Sehen dienenden Elemente, Neuroepithelien, die eigentlichen Sehzellen enthält — Lage der Sehzellen oder musivische Schichte — und zwar unterscheiden wir langgestreckte, kernlose Zellkörper, die Stäbchen und Zapfen und die kernhaltige äussere Körnerschichte; beide werden durch einen schmalen Saum, die Membrana limitans externa, von einander getrennt. Die auf der Glaskörperseite zu gelegene innere Hauptlage des inneren Blattes der secundären Augenblase ahmt in ihren fünf Schichten in der Hauptsache den histiologischen Bau des Gehirnes nach und wird dem zu Folge als Gehirnschichte der Netzhaut bezeichnet. Zwischen der Sehzellenschichte und der Gehirnschichte trifft man, aber nicht beständig und auch nicht in allen Netzhautbezirken, die sog. äussere Faserschichte an. Die Grenze zwischen Glaskörper und Retina bildet endlich die ebenfalls der letzteren noch zugehörige

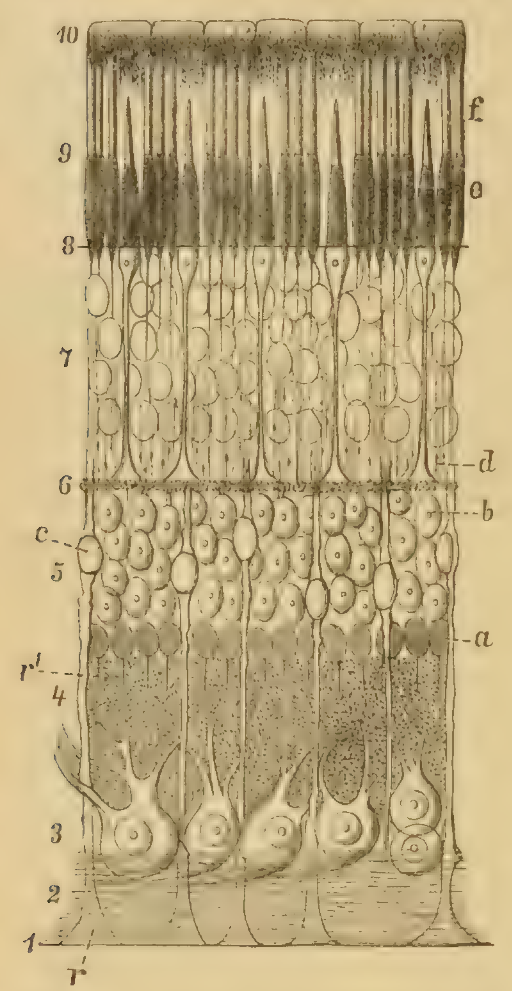


Fig. 344. Schematischer Durchschnitt durch die Netzhaut (des Menschen).

1. Margo limitans (internus); 2. Nervenfaserschicht; 3. Ganglienzellenschicht (Ganglion nervi optici); 4. innere reticuläre Schicht; 5. Körnerschicht (innere Körnerschicht), *a* Spongioblasten, *b* Zellen des Ganglion retinae, *c* Kerne der Müller'schen Radialfasern; 6 äussere reticuläre oder subepitheliale Schicht; 7—9. Schicht der Sehzellen, 7. ihre Kerne (äussere Körner); 8. Membrana limitans externa; 9 Stäbchen und Zapfen, *d* kernfreie Zone der äusseren Körnerschichte, *e* Innenglieder, *f* Aussenglieder der Stäbchen; 10. Pigmentepithel; *r* Kegel der Müller'schen Nutz- oder Radialfasern; *r'* Müller'sche Fasern.

innere Begrenzungshaut, die Limitans hyaloidea oder der Margo limitans.

Wir können demnach, einen Netzhautquerschnitt von aussen nach innen durchmusternd, folgende Schichten erkennen:

Schichte		Herkunft
1. Pigmentepithelschichte . . .		1. entstammend dem äusseren Blatte der secundären Augenblase.
2. Stäbchen- u. Zapfenschichte 3. Limitans externa. . . . . . . 4. Aeussere Körnerschichte . .	a) Epithelschichte (Schichte der Sehzellen, musivische Schichte).	2. entstammend dem inneren Blatte der secundären Augenblase.
5. Aeussere Faserschichte (unbeständig).		
6. Aeussere granulirte Schichte 7. Innere Körnerschichte . . . 8. Innere granulirte Schichte . 9. Ganglienzellenschichte . . . 10. Nervenfaserschichte des Optikus	b) Gehirnschichte (nervöse Schichte).	
11. Limitans hyaloidea.		

Das **Pigmentepithel** der Netzhaut (Pigmentepithelschichte, Pigmentmembran, Pigmentschichte, früher als Pigmentepithel der Chorioidea bezeichnet, cf. S. 589) bildet die äusserste, der Chorioidea aufliegende Netz-

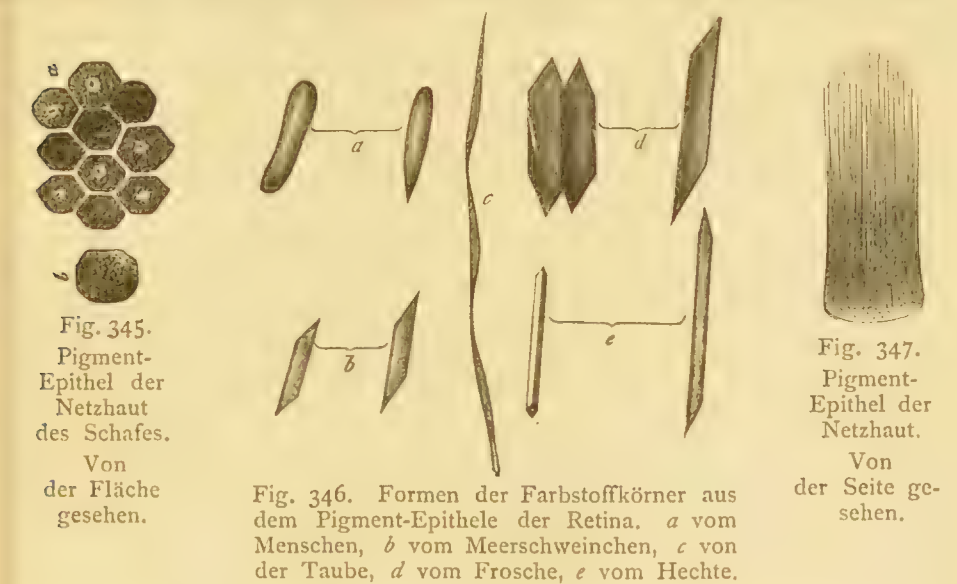


Fig. 345. Pigment-Epithel der Netzhaut des Schafes. Von der Fläche gesehen.

Fig. 346. Formen der Farbstoffkörner aus dem Pigment-Epithele der Retina. *a* vom Menschen, *b* vom Meerschweinchen, *c* von der Taube, *d* vom Frosche, *e* vom Hechte.

Fig. 347. Pigment-Epithel der Netzhaut. Von der Seite gesehen.

hautschichte und stammt vom äusseren Blatte der secundären Augenblase her. Es repräsentirt sich als ein sehr dünnes, nur aus einer einzigen Zellschichte bestehendes Häutchen, dessen dem Pflasterepithele nahestehenden Zellen auf der Flächenansicht ein sehr regelmässiges Mosaikgefüge darstellen, indem sie Sechsecke mit scharfen Kanten und Ecken

bilden, so dass zwischen je zwei Kanten der pigmentirten Zellen ein ungefärbter, weisser Saum bleibt, der nichts anderes als Zwischenkittsubstanz ist; durch geeignete Behandlung gelingt es, diese Kittmassen so zu fixiren, dass sie unter Ausfallen der pigmentirten Epithelzellen ein regelmässiges Gitterwerk mit sechseckigen Maschen bilden. Die so von der Fläche gesehene Zelle erscheint gewöhnlich mit einem körnigen Pigmente vollgestopft, welches nur im Centrum etwas lichter ist und den blassen, kugeligen, kleinen Zellkern durchscheinen lässt. Ein Querschnitt lässt uns weiter erkennen, dass der innere Abschnitt der Pigmentzellen sich gegen die Netzhaut zu fortsetzt und schliesslich in eine Anzahl feiner Fortsätze zerfasert, welche in die Zapfen- und Stäbchenschichte eindringen und die einzelnen Zapfen und Stäbchen förmlich umscheiden. Bei manchen Thierarten reichen sie noch weiter in das Netzhautgefüge hinein, doch lässt sich über ihr schliessliches Ende sehr wenig Bestimmtes sagen, da diese Zellausläufer sehr vergänglicher Natur sind und schon in der kürzesten Zeit nach dem Tode zerstört werden, wodurch der Zusammenhang der Pigmentschichte mit dem Retinagewebe sehr gelockert wird. Dies ist auch der Grund, warum bei dem Versuche, die Netzhaut von der Chorioidea abzuziehen, das Pigmentepithel meist unter Abtrennung von der Stäbchen- und Zapfenschichte an der Chorioidea haften bleibt. Der der Chorioidea zugekehrte Saum der Pigmentzelle bleibt frei von Pigment. Letzteres, als Melanin bezeichnet, ist nicht amorph, sondern lässt bei starker Vergrösserung eine bestimmte Form, meist die Gestalt von Stäbchen (Krystalle) erkennen, welche mit ihrem grössten Durchmesser senkrecht zur Ebene der Netzhaut stehen. Nur bei albinotischen Individuen und ausserdem in jenen Bezirken der Retina, welche vor dem Tapetum der Chorioidea liegen, sind die Epithelzellen gar nicht oder nur schwach pigmentirt. Bei manchen Thieren findet man in den äusseren Abschnitten der Pigmentzellen eine oder mehrere Fettkugeln.

Nach innen zu von der Pigmentschichte stossen wir auf die Lage der **Sehzellen**, welche in drei Schichten zerfällt, die Stäbchen- und Zapfenschichte, die Schichte der äusseren Körner, beide zusammenhängend an der Membrana limitans externa. Jede einzelne Sehzelle reicht durch diese drei Schichten hindurch; nach aussen von der Limitans externa finden wir den kernfreien und verschieden langen Theil des Zellkörpers, das Stäbchen resp. den Zapfen, einwärts von ihr den kernhaltigen, stets gleich langen Abschnitt, das sog. äussere Korn.

Die Gestalt der Stäbchen (bacilli) ist im Allgemeinen cylindrisch, jene der Zapfen (coni) eine mehr kegelförmige. Beide sind in einfacher, pallisadenartiger Lage neben einander gestellt, wobei bei einzelnen Thierarten und in verschiedenen Netzhautbezirken das Verhältniss bald zu Gunsten der Stäbchen, bald zu Gunsten der Zapfen abgeändert ist; sie stehen mit ihrem längsten Durchmesser senkrecht zur Netzhautebene. Was zunächst die Stäbchen anbelangt, so zerfällt jedes nach seinen chemischen und morphologischen Eigenschaften in zwei Theile,

in einen äusseren, dem Pigmentepithele zugekehrten Abschnitt, das Aussenglied und das sich entgegengesetzt in die Körnerschicht fortsetzende Innenglied. Das Aussenglied repräsentirt sich als ein schmaler Cylinder mit rundlich endigender Kuppe, ist stark lichtbrechend, doppelt contourirt und durch Carmin nicht färbbar. Starke Vergrösserungen lassen eine feine, nicht ganz genau dem Längendurchmesser der Stäbchen parallele Streifung erkennen, welche der Ausdruck einer zarten Rillung der Stäbchenoberfläche ist. Bei Behandlung mit gewissen, eine Quellung herbeiführenden Reagentien zerfällt das Aussenglied in eine Anzahl feiner Plättchen. Das Innenglied des Stäbchens ist etwas breiter und besitzt eine weniger regelmässige Cylinderform, indem es schwach bauchig aufgetrieben erscheint, zeigt eine feine Granulirung und färbt sich in

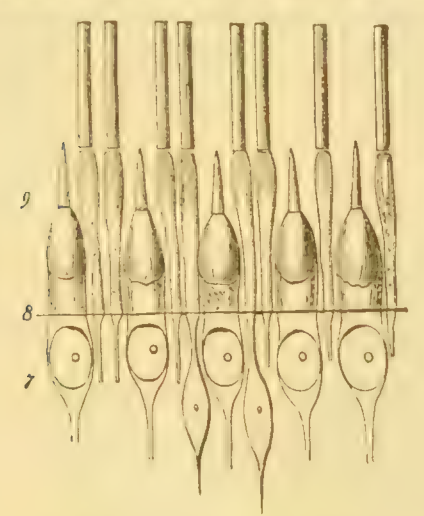


Fig. 348. Zapfen und Stäbchen (9), Limitans externa (8) und Theil der äusseren Körnerschichte (7) vom Hintergrunde der Netzhaut des Schweines.

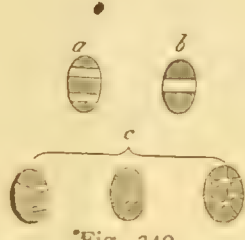


Fig. 349. Kerne der Stäbchen-Sehzellen. *a*, *b* von der Katze, *c* vom Kalb.

Carminlösungen roth. Es gelingt meistens, in ihm einen seine ganze Breite einnehmenden linsenförmigen, planconvexen Körper, das sogen. Stäbchen-Ellipsoid, nachzuweisen.

Die Zapfen, als solche betrachtet, weisen eine flaschenförmige Gestalt auf und lassen gleich den Stäbchen ein sich konisch verjüngendes, stark lichtbrechendes und gleich jenen mit einer Keratin-Membran umhülltes, nur etwas kürzeres Aussenglied vom bauchig aufgetriebenen und ebenfalls mit einem linsenförmigen Körper versehenen Innengliede unterscheiden. Die Stäbchen wie die Zapfen setzen sich nach einwärts von der ein zartes Gitterwerk bildenden und sehr schmalen Limitans externa in feine, leicht Varicositäten bildende Fäden oder Fasern mit kernhaltigen Anschwellungen fort (äussere Körnerschichte), welche bis zur äusseren granulirten Schichte verfolgt werden können, der sie aufsitzen. Die Stäbchenfasern sind von den Zapfenfasern dadurch verschieden, dass ihr Korn (Stäbchenkorn, d. i. die eben

erwähnte spindelförmige Anschwellung) bald gegen die Limitans externa, bald in der Nähe der äusseren granulirten Schichte, dann wieder in der Mitte der Faser liegt und einen ellipsoidischen Kern enthält, der eine quere Bänderung zeigt. Die Zapfenfasern dagegen besitzen ihr Korn (Zapfenkorn) stets dicht an der Limitans externa, so dass also Zapfenkorn und Zapfenfaser mit breitem Leibe in einander übergehen. Ausserdem ist ein ebenfalls ellipsoidischer Kern vorhanden, welcher jedoch der Querbänderung völlig entbehrt, dafür jedoch ein deutliches Kernkörperchen aufweist.

Die in ihrem Auftreten nicht beständige **äussere Faserschicht** scheidet die Schichte der Sehzellen (musivische Schichte) von der Gehirnschichte (nervösen Schichte) und findet demgemäss ihren Platz zwischen äusserer Körnerschichte und äusserer granulirter Schichte. Sie besteht nach Henle aus den verlängerten Stäbchen- und Zapfenfasern. Ihre Fasern nehmen einen radiären Verlauf und sind in Bündel geordnet, welche grosse Lücken zwischen sich einschliessen.

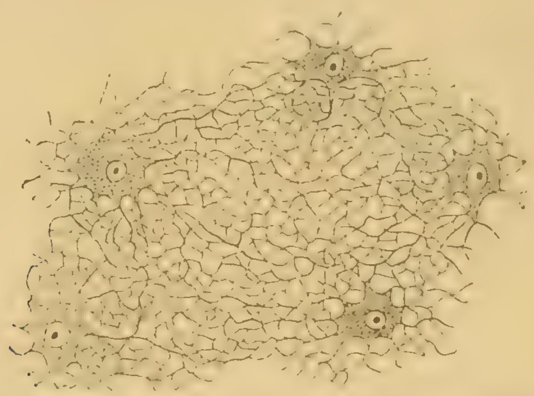


Fig. 350. Vielstrahlige Zellen aus der äusseren granulirten Schicht der Retina des Pferdes. Chromsäure-Präparat.

Die **äussere granulirte Schicht** (äussere reticuläre oder subepitheliale Schichte, Zwischenkörnerschichte, Schichte der Nervenansätze und tangentialen Fulcrumzellen, Membrana fenestrata) stellt eine ganz dünne Lage von ähnlich fein gekörntem Aussehen dar, wie wir dies bei der inneren granulirten Schichte kennen lernen werden. Hier wie dort erscheint die Körnelung als der Ausdruck eines feinen Netzwerkes, und es besteht nur der eine histiologische Unterschied, dass in dem eng verfilzten Fasergeflechte der äusseren gr. Schichte, was bei der inneren vollständig fehlt, sternförmige und vielstrahlige Zellen mit rundem, glänzendem Kerne und einem Kernkörperchen eingelagert sind.

Die **innere Körnerschicht** (Körnerschicht, innere ganglióse Schicht) setzt sich aus einer Reihe übereinander gelegener Zellen von höchst verschiedener Dignität zusammen. Während der inneren granulirten Schicht die schmalere Hälfte von Körnern oder Kornzellen aufliegt, welche nach derselben einen einzigen, in das Reticulum sich einflechtenden Ausläufer senden, und die auch als die Bildungs-

stätte des hornartigen Flechtwerkes der inneren granulirten Schicht gelten und dem zu Folge als Spongioblasten benannt werden, so besitzt die äussere und mächtigere Hälfte — die Schicht des Ganglion retinae — nervösen Charakter. Sie besteht aus radiär gestellten, spindelförmigen, mit einem grossen Kerne versehenen bipolaren Ganglienzellen, deren innerer Fortsatz ungetheilt ist und in die innere granulirte Schicht eintaucht, während der äussere sich in der äusseren granulirten Schicht verästelt.

Die **innere granulirte Schicht** (granulöse Schicht, innere molekuläre Schicht, innere reticuläre Schicht, Neurospongium) liegt zwischen der inneren Körnerschicht und dem Stratum der Ganglienzellen eingebettet und bleibt in ihrer ganzen Ausdehnung nahezu von gleicher Dicke; sie enthält keinerlei nervöse Elemente. Mit schwächeren Vergrösserungen betrachtet zeigt sie ein in frischem Zustande schwaches und blasses,



Fig. 351. *A* Ganglienzellen aus der frischen Netzhaut aus der Nähe der Ora serrata in Situ; *a* Nervenfaserfortsatz in ein Bündel von Opticusfasern übertretend, *bb* Fortsätze, welche sich in der granulirten Schicht verlieren. Zum Vergleiche *B*. Ganglienzellen des gelben Fleckes vom Menschen, *a* centrale, *b* peripherische Fortsätze derselben.

an gehärteten Präparaten viel schärfer hervortretendes granulirtes Aussehen (daher der Name). Erst starke Systeme lösen diese scheinbare Granulirung zu dem auf, was sie wirklich ist: zu einem ausserordentlich feinen Flechtwerk, wobei die Körner als die verdickten Knotenpunkte des aus Hornsubstanz bestehenden Bälkchenwerkes sich herausstellen.

Auf der Innenfläche der inneren granulirten Schicht findet sich die **Ganglienzellenschicht** (Nervenzellenschicht, innere gangliöse Schicht, Schicht der Ganglien nervi optici), welche aus einer einfachen Lage multipolarer Ganglienzellen gebildet wird, die im Anfange, nächst der Papilla optica, dicht gedrängt neben einander liegen, gegen die Ora serrata zu jedoch — also dort, wo auch die Nervenfasern spärlicher werden — immer weiter auseinander rücken. Die einer besonderen Umhüllungsmembran entbehrenden, in ihrer Grösse

differirenden Ganglienzellen besitzen eine annäherungsweise runde Form und einen im frischen Zustande durchscheinenden Zellleib mit fibrillärer Streifung, in dem der rundliche oder elliptische Kern mit seinem Kernkörperchen deutlich erkannt werden kann. Sie liegen in einer weichen, in gewissen Härtungsflüssigkeiten erstarrenden Kittsubstanz; ausserdem finden sich zwischen den einzelnen Ganglienzellen eingestreut noch die in der nächsten Schicht, dem Stratum der Sehnervenfasern, noch näher zu beschreibenden Neurogliazellen. Die auffallendste Einrichtung an den Ganglienzellen aber sind die von ihnen nach zwei Seiten hin, nach aussen und innen, wegtretenden Fortsätze; während am Innenrande der Zelle stets nur ein einziger und zwar ungetheilter Fortsatz unter annähernd rechtem Winkel zur Sehnervenfaserschichte tritt, um hier zu einem von der Sehnerven-

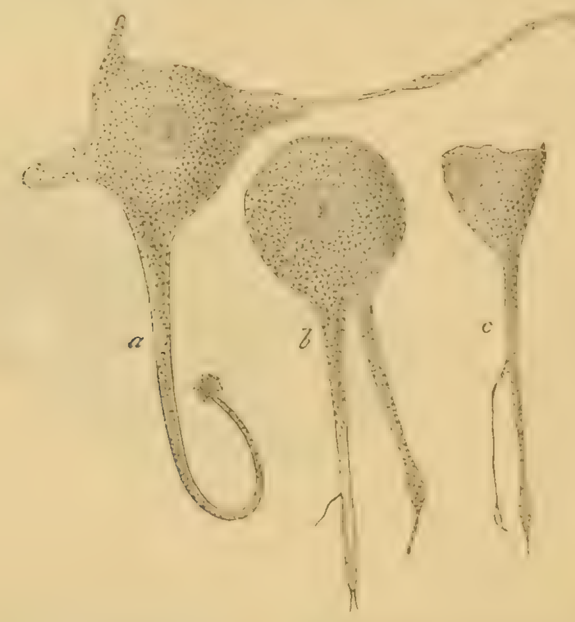


Fig. 352. Ganglienzellen aus der Netzhaut des Kalbes, durch Jodserum isolirt. Die Zelle *a* mit Nervenfaserfortsatz; in *b* und *c* sind nur die peripherischen Fortsätze enthalten.

faser selbst nicht mehr weiter zu unterscheidenden Gebilde zu werden, entsendet der Zellaussenrand in der Regel mehrere sich verästelnde und dünner werdende Ausläufer, welche nach aussen in die innere granulirte Schicht dringen, ohne dass über ihr dortiges Ende Bestimmtes bekannt geworden ist.

Zwischen der Ganglienzellenschicht und dem Margo limitans findet sich ein parallel gefasertes und parallel mit der Netzhautebene verlaufendes Stratum, die **Nervenfaserschicht**. Sie stellt die Ausbreitung der faserigen Elemente des Sehnerven vor, welche sich auf der inneren Oberfläche der Retina radienartig zerstreuen, um sich allmählich in die mehr nach aussen gelegenen Netzhautschichten einzusenken, wobei sie in ihrem Verlaufe zahlreiche, unter spitzem Winkel erfolgende Anasto-

mosenbildungen eingehen. Wie schon oben erwähnt, werfen alle Nervenfasern bei ihrem Durchtritte durch die Lamina cribrosa ihr Nervenmark ab und erscheinen von da ab als nackte Axencylinder, die in ihrem Netzhautverlaufe, gleichwie dies im Sehnerven der Fall ist, sowohl als feinste isolirte Fäserchen als auch in der Vereinigung zu Bündeln auftreten. Ihre grösste Dicke hat die Nervenfaserschicht in der Nähe der Papille, wo die Bündel mehrfach über einander geschichtet liegen, um dann ziemlich rasch im Verlaufe der Netzhautausbreitung abzunehmen; die Bündel werden immer feiner und dünner, ihre Maschenräume erweitern sich bedeutend und in der Gegend der Ora serrata hört die Nervenfaserschicht unter vorheriger Bildung eines Plexus auf. Ab und zu kommt es (bis jetzt ausser dem Menschen noch beim Rinde und Hunde beobachtet) vor, dass an irgend einer Stelle in der Nervenfaserschicht inselförmig eine Anzahl von Nervenbündeln markhaltig wird, was sich als weisse Flecken oder Plaques in der Netzhaut zu erkennen giebt. Physiologisch ist das Vorkommen markhaltiger Nervenfasern in der Netzhaut des Kaninchens, wo sich dieselben in zwei zu beiden Seiten von der Papille ausstrahlenden Zonen vorfinden. Die oben erwähnten, in der Gegend der Netzhautperipherie durch das Auseinandertreten der immer spärlicher werdenden Nervenfasern entstehenden Maschenräume und Lücken werden von Radialfasern ausgefüllt, so dass ein Aneinanderliegen von Ganglienzellen und dem Margo limitans nirgends stattfindet. Ausser diesen Radialfasern und den Nervenfasern finden sich als morphologische Elemente in der Nervenfaserschicht noch platte, zarte, den Endothelien ähnelnde Zellen mit ausgefranzt erscheinendem, granulirtem Zellleibe und ovalem, ziemlich grossem Kerne (sog. Neurogliazellen).

Die **Membrana limitans interna** (Limitans hyaloidea, Margo limitans) wird auf Netzhautquerschnitten durch eine scharfe Begrenzungslinie markirt, welche die Retina vom Glaskörper trennt, und ist an und für sich keine Membran im eigentlichen Sinne des Wortes, da sie nicht isolirt werden kann, sondern vielmehr ein Saum. Zunächst ist es nöthig, den Margo limitans von der Glashaut des Corpus vitreum scharf zu trennen. Hat man aus einem Auge den Glaskörper nebst seiner Hyaloidea sorgfältig entfernt und versilbert in bekannter Methode alsdann die Netzhaut und betrachtet die innere Oberfläche mikroskopisch, so erblickt man ein durch schwarze, feine Silberlinien gebildetes filigranartiges Netzwerk, dessen polygonale und unregelmässige Maschen, etwas weiter in der Netzhautperipherie beginnend, gegen die Papilla optici zu enger werden. Das ganze Gitterwerk, welches, ohne es aber zu sein, eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Endothelhäutchen besitzt, entsteht durch Schwärzung einer Zwischenkittsubstanz, welche die Kanten der Grundflächen der Radialfasern, die sog. Basalräume unter einander verbindet, so dass je einem Silberfelde der Fuss einer Radialfaser entspricht.

Eine kurze Betrachtung erfordert noch das bindegewebige, die Stütze für die einzelnen nervösen Schichtungen abgebende **Gerüstwerk**

der Netzhaut, welches mit jenem des Nervus opticus zusammenhängend eine Fortsetzung desselben darstellt. Es gleicht am ehesten der Neuroglia des Gehirns und Rückenmarks und besteht, auf den beiden Oberflächen von der Limitans interna und externa begrenzt, aus radiär gestellten, die Schichten senkrecht durchsetzenden Bindegewebsstützfasern (Radialfasern), die durch seitliche Ausläufer und mannigfache Verästelungen zwischen sich Netze bilden; seiner Aehnlichkeit mit dem Gewebe eines Schwammes wegen kann man es auch als spongiöse Bindesubstanz der Netzhaut bezeichnen.

b) Die **Pars ciliaris retinae** stellt eine bedeutende Verdünnung der Netzhaut dar, welche das Corpus ciliare auf seiner inneren Oberfläche überkleidet. Auch hier wie gleichfalls im nächstfolgenden Irisabschnitte der Retina betheiligen sich beide Blätter der secundären Augenblase; das äussere Blatt wird, wie in der Pars optica retinae, zum Pigmentepithel, das aber hier niedrigere Zellen aufweist, an denen noch die Fortsätze in Wegfall kommen. Die bedeutendste Reduction erfährt die vom inneren Blatte der secundären Augenblase abstammende Schichtenbildung, an deren Stelle eine einzige Lage pigmentfreier, feinkörniger, längsgestrichelter und cylindrischer Zellen tritt, welche direct den Pigmentzellen aufliegen.

c) Die **Pars iridica retinae** (siehe bei der Regenbogenhaut beschrieben).

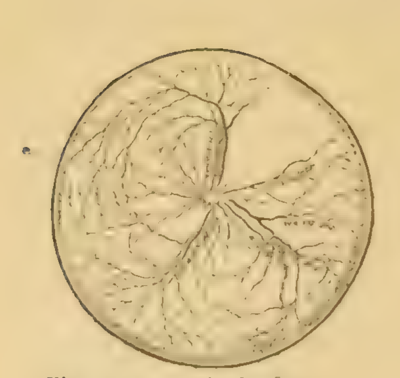


Fig. 353. Retinalgefässe vom Hunde. *a* die feinen Gefässbogen auf der Papille.

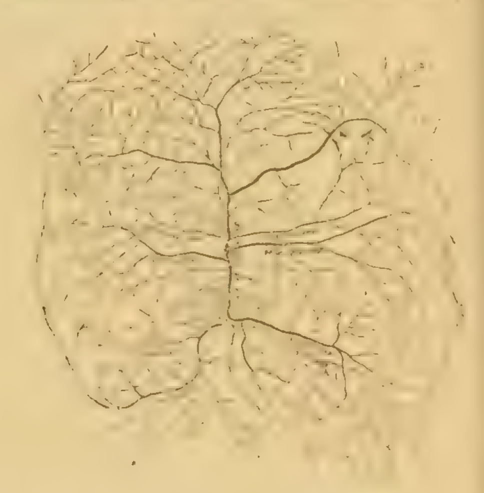


Fig. 354. Retinalgefässe vom Kalbe.

Von höchster Bedeutung für das Verständniss der Ernährung der Netzhaut ist die Entwickelung und Vertheilung des Blutgefässsystems in ihr. Namentlich die Arbeit von Langenbacher und die unter der Leitung von Eversbusch entstandene von Bruns haben gelehrt, dass bei den einzelnen Hausthierarten hierin die grösste Verschiedenheit herrscht. Retinalgefässe, die sich nach allen Seiten der Netzhaut verzweigen und deren Reichhaltigkeit von dem Centrum der Membran nach der Peripherie zu proportional mit dem Dickendurchmesser der

Retina abnimmt, finden sich bei allen Haussäugethieren; am reichlichsten ist die Gefässverbreitung bei den Fleischfressern (Hund und Katze), bei den Wiederkäuern und beim Schwein; relativ kleine Bezirke der Netzhaut sind mit Gefässen versorgt beim Pferde, ausserdem noch beim Kaninchen. Die arterielle Blutzufuhr geschieht aus der Central arterie des Sehnerven, welche stets von der Papilla optica, und zwar

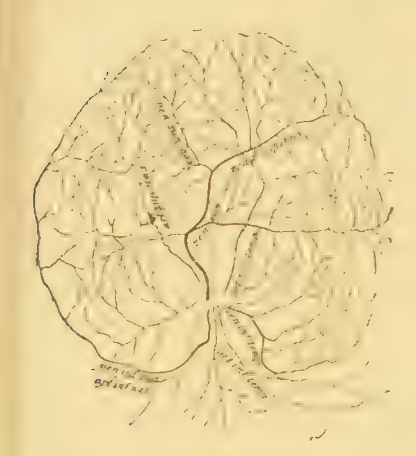


Fig. 355. Retinalgefässe vom Schweine.

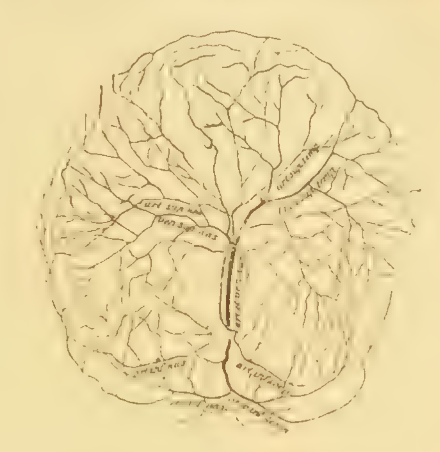


Fig. 356. Retinalgefässe vom Schafe.

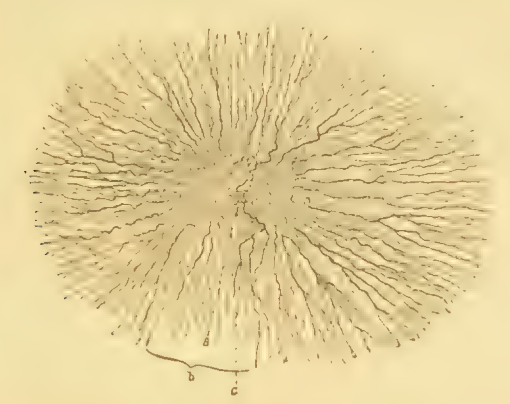


Fig. 357. Retinalgefässe vom Pferde.
a Anastomose zwischen zwei Haargefässen auf der Papille, der keilförmige Ausschnitt am untern Rande der Papille, *c* die Gefässe dieses Ausschnittes.

von deren Centrum aus oder schon aufgelöst in randständige Gefässe (Pferd), in die Netzhaut übertritt und sich hier verzweigt; anschliessend an die arteriellen Gefässramifikationen entstehen Capillarnetze, und die sich daraus sammelnden Venenstämme führen das Blut, meist neben den Arterien herlaufend, in die Centralvene des Nervus opticus zurück. (Die Gefässvertheilung bei den einzelnen Thierarten siehe die Abbildungen.) Beim Pferde, wo der Complex der Retinalgefässe in Form eines Ovales nur eine relativ kleine Strecke in die Netzhaut hineinragt, gehen sämmtliche Arterien durch enggewundene Schleifen in die Venen über. Auf

der Papille finden wir bei allen Thieren ein meist in zwei Schichten angeordnetes Capillarnetz. Zu erwähnen ist noch, dass bei jenen Thieren, wo die Netzhautgefässe die Ora serrata erreichen (also nicht beim Pferde und Kaninchen) die Venen Bögen bilden, ohne dass aber eine Anastomosenbildung zwischen den einzelnen Venenausläufern erfolgt. Die Vertheilung der Gefässe in den einzelnen Netzhautschichten bietet grosse Verschiedenheiten dar. Während sie beim Pferde (und Kaninchen) sich nur in der Nervenfaserschicht ausbreiten, lassen sie bei den übrigen Haussäugethieren nur die Schicht der Sehzellen (also die äusseren Körner und die Stäbchen-Zapfenschichte) frei. Die grössten Gefässe liegen bei fast allen Thieren dicht an der Limitans interna (hyaloidea), bei der Katze fast in der Ganglienzellenlage. In der letzteren Schicht verbreiten sich bei fast allen Thieren Gefässe zweiten Kalibers, die auf der einen Seite mit dem äusseren Capillarnetze der inneren Körnerschicht, auf der anderen mit den Hauptvenen an der Limitans interna zusammenhängen.

6. Lens crystallina (Humor crystallinus, Corpus crystallinum, Krystall, Krystalllinse, Krystallkörper).

Makroskopisches. Die im Leben völlig durchsichtige Krystalllinse ist ein im Augeninnern gelegenes Organ von der Gestalt einer optischen biconvexen Linse und bildet die Scheidewand zwischen dem hinter ihr gelegenen Glaskörper und vorn der Flüssigkeit der vorderen und hinteren Augenkammer. Ihre vordere und hintere Fläche, von denen die erstere eine schwächere, die letztere eine viel bedeutendere Krümmung aufweist, gehen an einem stumpfen, kreisförmigen, gegenüber den höchsten Spitzen der Processus ciliares gelegenen Rand in einander über, an welche Ciliarfortsätze er auch durch die Zonula ciliaris befestigt ist. Während die hintere Linsenfläche an das Corpus vitreum grenzt und von dessen Fossa patellaris aufgenommen wird, füllt die Vorderfläche central die Pupillaröffnung aus und liegt ihr der pupillare Irisrand auf, wodurch die Regenbogenhaut leicht nach vorne gewölbt wird. Nach dem Tode beginnt sich die Linse rasch zu trüben und undurchsichtig zu werden.

Die Linsensubstanz besteht aus zwei ihrer Consistenz nach verschiedenen Theilen, nämlich einer nach aussen zu gelegenen weicheren zerdrückbaren Masse, der Rindensubstanz oder Linsenrinde (Substantia corticalis) und dem härteren festeren Linsenkerne (Nucleus lentis). Der Unterschied in der Consistenz beider gleichgebauter Theile rührt davon her, dass die Ernährung der im extrauterinen Leben völlig gefässlosen Linse von ausserhalb geschehen muss, in Folge dessen die Durchfeuchtung eine viel stärkere in der peripherischen Zone sein muss als im Kerne.

Mikroskopisches. Histiologisch sind in der Linse drei verschiedene Bestandtheile zu unterscheiden: Die Linsenkapsel, das Linsenepithel und die Linsenfasern, welche Gewebselemente eine bestimmte Anordnung besitzen und in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen.

1. Die **Linsenkapsel** (Capsula lentis) ist eine den Linsenkörper allerorts umschliessende, glashelle, strukturlose, zarte, sehr elastische, auf der Linsenvorderfläche stärker als auf der hinteren Fläche ent-

wickelte Membran von der Art der Glashäute, welche auf Schnitten eine der Linsenoberfläche parallel laufende feine Streifung erkennen lässt und eingerissen sich gern nach aussen aufrollt. In der Gegend des Linsenrandes strahlen die Fasern der Zonula ciliaris (s. d.) in die Linsenkapsel aus. Während des Fötallebens wird die Linse noch von einer weiteren, blutgefässhaltigen Kapsel, der Membrana capsularis, umzogen. Der arterielle Zufluss zu dieser Membran geschieht durch die von der Arteria centralis retinae abstammende und im Canalis centralis s. hyaloideus des Glaskörpers verlaufende Arteria hyaloidea, welche, in der Nähe des hinteren Linsenpoles angekommen, in radiär die Hinterfläche der Linse überziehende Aestchen zerfällt, die am Linsenrande auf die vordere Fläche umbiegen und nun radienartig dem vorderen Linsenpole zustreben, wobei sie durch Gefässe der zu jener Zeit die Pupille noch verschliessenden Haut, der Membrana pupillaris, verstärkt werden. Die membranöse Verbindung, in welcher die Gefässe von der Membrana pupillaris zur Membrana capsularis ziehen, wird als Membrana capsulo-pupillaris bezeichnet. Späterhin obliteriren die Gefässe und es tritt Resorption ein.

2. Die innere Fläche der vorderen Linsenkapsel ist mit einer einfachen und continuirlichen Lage polygonaler, meist sechseckiger, platter



Fig. 358. Meridionaler Schnitt durch den Rand der Kaninchenlinse, an dem der Uebergang des Epithels in Linsenfasern ersichtlich ist

Zellen — dem **Linsenepithele** — belegt, deren Zellleib eine Körnelung, sowie ab und zu Bildung von Vacuolen aufweist; ihr nicht immer genau central gelegener runder oder ovaler Kern lässt ein oder zwei scharfbegrenzte Kernkörperchen erkennen. Nach dem Linsenrande hin nimmt die körnige Beschaffenheit der Epithelzellen zu, während ihre Grenzen gleichzeitig weniger scharf werden. Dabei werden die Zellen unter Verkleinerung ihres Dickendurchmessers allmählich höher, fast cylindrisch und gehen, sich immer mehr verlängernd in der Gegend des Linsenäquators in Linsenfasern über. Die hintere Linsenkapsel entbehrt auf ihrer Innenfläche eines derartigen epithelialen Belages, es stossen hier die Linsenfasern direkt an die Linsenkapsel an.

3. Der ganze innerhalb der Kapsel und nach rückwärts vom Linsenepithele gelegene Linsenkörper ist aus **Linsenfasern** aufgebaut. Dieselben stellen Bänder dar, welche von der Fläche gesehen sich mit ihren breiten, von der Kante dagegen mit ihren schmalen Seiten präsentiren; ihr Querschnitt lässt sie als sechsseitige Prismen mit paarweise parallelen

Seiten erscheinen, welche durch eine Zwischenkittsubstanz, die bei Behandlung mit Höllenstein besonders deutlich hervortritt, mit einander verbunden sind. Diese prismatischen Figuren zeigen deutlich, dass die Linsenfasern auf ihrem meridionalen Verlaufe in der Linsensubstanz mit ihren breiten Seiten nach innen, resp. aussen gerichtet sind, während ihre schmalen Seiten sich paarweise zu spitzen Winkeln zusammenfügen, welche zum Linsencentrum in der Richtung von concentrischen Kreislinien zu liegen kommen. Sucht man derartige prismatische Linsenbänder auf ihrem Wege zu verfolgen, so findet man zunächst, dass ihre Anordnung in der Linse eine ganz bestimmte Architektonik zeigt. In der Mitte des Verlaufes einer Faser erscheint dieselbe etwas aufgetrieben und schwach bauchig, es ist dies die Stelle, wo der ovale, granulirte und mit einem Kernkorperchen versehene Kern liegt. Doch findet sich

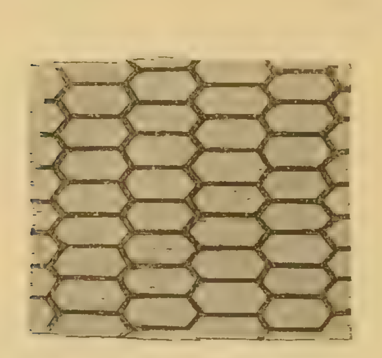


Fig. 359.
Querdurchschnittene Fasern einer gefrorenen Linse, mit Silberlösung behandelt.



Fig. 360.
Linsenfasern des Ochsen mit zackigen Rändern.

ein derartiger Kern nur in den peripheren Faserschichtungen, die im Centrum gelegenen entbehren ihn, wie überhaupt die centralen Linsenfasern sich von den Randfasern in mancher Hinsicht unterscheiden; so sind erstere zunächst schmäler, dann fester gefügt, ausserdem ist ihr Inhalt ein härterer. Dadurch erklärt es sich auch, warum bei Maceration einer Linse die Rindenschicht sich entsprechend dem Faserverlaufe aufblättern und in concentrischen Blattchen ähnlich wie bei einer Zwiebel abheben lässt, während der Linsenkern einer derartigen Zerlegung sehr lange widersteht. Ein weiterer Grund für die bedeutend innigere Zusammenfügung des Linsencentrums liegt in der verschiedenen Beschaffenheit ihrer Randcontouren. Während die Bander der äusseren Faserlagen der Linse glatte Ränder besitzen, werden dieselben von aussen nach innen immer mehr uneben und zwar zunachst wellig und schliesslich findet man die central gelegenen Linsenfasern mit gezähnelten Contouren versehen, doch greifen die einzelnen Zahnchen nicht etwa in einander, sondern berühren sich nur mit ihren Spitzen. Nicht nur zwischen den Fasern der Rinde und des Centrums zeigt sich ein

Dickenunterschied, sondern selbst jede einzelne Faser behält in ihrem Verlaufe nicht den gleichen Durchmesser bei, sondern erscheint gegen ihre beide Enden zu leicht kolbig angeschwollen. Eine eigene Membran besitzen die Linsenfasern nicht, wohl aber weist die Rindenschicht eine etwas härtere Consistenz auf als die Axe der Faser und auf Druck tritt dieser axiale Inhalt unter Berstung der Rinde leicht aus und bildet sogenannte Eiweisskugeln, während ein hohles Röhrchen (das Linsenröhrchen) zurückbleibt.

Will man sich schliesslich über den Verlauf der Linsenfasern (s. Fig. 58) innerhalb der Linse orientiren, so führt uns eine makroskopische Beobachtung bereits auf die richtige Spur. Legen wir nämlich eine Krystalllinse in irgend eine Macerationsflüssigkeit ein, so bemerken wir nach kurzem Verweilen auf der Linsenoberfläche das Auftreten von drei Linien, die, im Winkel von 120° zu einander stehend, vom Linsenpole nach der Peripherie radienartig verlaufen, so eine sternförmige Figur, den Linsenstern, bilden und zu allmählich immer tiefer werdenden Rissen sich erweitern. Diese Risse entstehen in Folge des Auseinanderweichens und Zerfallens der Kittsubstanz, welche im Verlaufe dieser Nahtfiguren die einzelnen Linsenfasern an ihren Enden mit einander verbunden hatte. Die Spalträume selbst füllen sich dabei mit Resten von veränderter Kittsubstanz und den aus den Faserenden austretenden, schon oben erwähnten Eiweisskugeln (Glaskugeln, Linsenkugeln) an. Fertigt man sich nun reihenweise Meridionalschnitte, so wird man bemerken, dass die Linsenfasern von einem vor dem Aequator befindlichen Punkte der Linsensternkittflächen zu einen hinter der Aequatorial-Ebene gelegenen Punkte des Linsensternsystemes, dabei in meridionalem Verlaufe nach aussen convexe Bogen beschreibend, sich begeben. Diese Bogen sind am stärksten gekrümmt in der Linsenperipherie und nehmen im Linsenkerne gegen die Linsenaxe zu einen immer mehr und dieser entsprechenden gestreckten Verlauf an. Eine Insertion des Endes einer Linsenfaser an die Kapsel kann dabei natürlich nicht stattfinden, vielmehr berühren sich die Linsenbänder mit ihren Enden an den Nahtstellen; nur dort, wo die Faser, wie oben beschrieben, aus einer Epithelzelle sich entwickelt, tritt sie zur Kapsel in Beziehung.

7. **Der Glaskörper** (Corpus vitreum, Humor vitreus, Corpus hyaloideum, Glasfeuchtigkeit).

Makroskopisches. Der Glaskörper füllt als gallartige Masse in der Form einer vorn eingedrückten Kugel den Raum hinter der Linse, also den grössten Theil der Augapfelhohle vollständig aus, so dass seine hintere und seitliche convexe Oberfläche der Netzhaut glatt anliegt; von da biegt er in sanftem Bogen gegen das Corpus ciliare und die Zonula nach vorn zu um und bildet hinter der Linse eine Concavität, in welcher die hintere Linsenfläche aufgenommen wird, die Fossa patellaris (Fossa lenticularis, Fossa hyaloidea, tellerförmige Grube). Der Glaskörper ist auf seiner ganzen Aussenfläche von einer Membran umkleidet, der Hyaloidea, welche in der Gegend der Ora serrata in etwas modificirter Weise auf das Corpus ciliare übergeht,

dem Linsenrande zustrebt und hier als Zonula ciliaris bezeichnet wird. Indem die Zonula gegen den Linsenrand zu einen nach vorn von ihr selbst, nach innen vom Linsenrande und nach hinten vom eigentlichen Glaskörpergewebe begrenzten, dreieckigen Raum frei lässt, entsteht der Canalis Petiti, welcher den Linsenrand ringförmig umkreist. Umschlossen von der Hyaloidea finden wir die eigentliche Glaskörpersubstanz oder Glaskörpergallerte. Es sollen demgemäss in diesem Kapitel seine Besprechung finden: 1. die Glaskörpergallerte, 2. die Hyaloidea, 3. die Zonula ciliaris und 4. der Canalis Petiti.

Mikroskopisches. 1. Die **Glaskörpergallerte** stellt eine ausserordentlich wassereiche, Salze, Extraktivstoffe und Eiweiss enthaltende Masse ohne jede histiologische Struktur dar. Alle Membranen und Fasern, welche gefunden werden können und den Glaskörper septiren sollen, sind Kunstprodukte, entstanden in Folge der Härtungs- und Präparationsmethoden. Hier und dort, aber nur höchst vereinzelt anzutreffende faserige Elemente sind als Reste obliterirter embryonaler Glaskörpergefässe aufzufassen. Träufelt man auf die Ebene eines äquatorial durchschnittenen Glaskörpers Farbstofflösungen auf, so sieht man trotzdem eine Reihe von concentrischen farbigen Kreisen auftreten. Es rührt dies Phänomen jedoch nicht etwa davon her, dass hier membranöse Septa die Glaskörpergallerte in Abtheilungen zerlegen, sondern diese farbigen Ringe stellen mit den Lösungen imbibirte Spalträume dar, deren Wandungen aber die Glaskörpermasse selbst bildet.

In gleicher Weise kann man sich, sobald man die farbigen Flüssigkeiten auf die Hinterfläche des vorsichtig ausgelösten Glaskörpers aufträgt, von der Existenz eines das Corpus vitreum von der Papilla optici bis in die Gegend des hinteren Linsenpoles geradlinig durchsetzenden Kanales überzeugen, welcher auf seiner inneren Oberfläche von der sich mit ihm einstülpenden Hyaloidea bekleidet ist. Dieser Canalis hyaloideus (Centralkanal des Glaskörpers, Canalis Cloqueti) beginnt am Sehnerveneintritt mit einer leichten Ausbuchtung, der Area Martegiana, misst ungefähr 2—3 *mm* im Durchmesser, wird nach vorne zu allmählich schmäler und hört blind, meist ohne die hintere Linsenkapsel zu erreichen, auf und erscheint an seinem vorderen Ende abgerundet oder leicht kolbig aufgetrieben. Er bezeichnet den Weg, den während des Fötallebens die vom Sehnerveneintritte entsprossende Arteria hyaloidea genommen hat; die Arterie verschwand und fiel beim geborenen Thiere der Resorption anheim, der Kanal aber blieb bestehen. Beim Rinde sieht man noch beim erwachsenen Individuum regelmässig einen fadenförmigen Zapfen bis zu 5—8 *mm* Länge und darüber von der Papille her in den Kanal eindringen, welcher sogar in einer Anzahl von Fällen noch bluthaltig ist — der Rest der Arteria hyaloidea. In ganz seltenen Fällen kann dieses Blutgefäss auch für die ganze Lebensdauer persistiren. Die spärlichen im Glaskörper anzutreffenden rundlichen und spindelförmigen zelligen Elemente mit oder ohne Vacuolenbildung sind als von aussen eingewanderte Leukocyten (Wanderzellen) aufzufassen.

2. Die **Hyaloidea** (Membrana limitans hyaloidea) stellt die Begrenzungshaut des Glaskörpers gegen die Netzhaut zu dar und liegt dem Margo limitans retinae an. Sie ist eine allerorts gleich dicke, strukturlose, leicht faltenschlagende und stark lichtbrechende Glashaut, welche über die Glaskörpergallerte gespannt ist. Die unter ihrer Innenfläche und zwar reichlicher in den gegen die Papilla optici zu gelegenen Abschnitten planlos vertheilten zelligen Elemente sind von aussen her eingedrungene Leukocyten. Gegen die Ora serrata zu beginnt die Hyaloidea sich zu verdicken, es lagern sich meridional verlaufende Fasern ein und sie geht in

3. die **Zonula ciliaris** (Zonula Zinii, Membrana coronae ciliaris, Pars ciliaris hyaloideae, Ligamentum suspensorium lentis, Strahlenblättchen, Strahlenbändchen) über, welche zum Theil noch mit dem Ciliarkörper, und zwar der Pars ciliaris retinae, eng verknüpft bleibt (verwachsene Zonulaparthie), später aber die Ciliarfirste und die zwischen ihnen liegenden Thäler in der Nähe der ciliaren Iris-Insertion verlässt und mit ihren Fasern gegen den Linsenrand umwendet, den sie, verloren in das Gewebe der Linsenkapsel einstrahlend, in der Form eines Ringes umgiebt (freie Zonulaparthie). Rückwärts von der Zonula finden wir

4. den **Canalis Petiti**, der ausserdem noch nach hinten zu durch die Glaskörpergallerte, gegen die Augenaxe zu vom Linsenrande begrenzt wird. Er stellt einen in der Form eines Ringes den Linsenrand umziehenden Hohlraum dar, hat hier seine bedeutendste Stärke und wird gegen die Ciliarfortsätze zu enger, um schliesslich in seiner äusseren Peripherie capillar und spaltförmig zu enden. Injectionsversuche lassen ihn als einen geschlossenen Kanal erkennen, der jedoch von der vorderen Augenkammer aus gefüllt werden kann, so dass eine Communikation dieser beiden Hohlräume als physiologisches Postulat erscheinen muss.

Die Gefässvertheilung im Augapfel.

A. Das Blutgefässsystem des Augapfels zerfällt in zwei streng von einander gesonderte, nur an der Durchtrittsstelle des Sehnerven durch die Bulbushäute vermittelst feiner Gefässreiser mit einander in Verbindung stehende Gefässgebiete:

1. Das Netzhautgefässsystem (welches schon bei Betrachtung der Retina erörtert wurde) und

2. Das Ciliargefässsystem, das ausser dem Uvealtraktus (Chorioidea, Corpus ciliare und Iris) noch die diesem nach aussen aufliegende Sclera mit Blut versorgt und gleichzeitig nach vorne feine Zweige zu einem Plexus hinsendet, welcher den Hornhautrand umspinnt und in die Bindehaut des Augapfels ausstrahlt. Der weitaus grösste Abschnitt der Conjunctiva wird von seinem eigenen, den Lidgefässen entstammenden Bindehautgefässsystem versorgt.

Das arterielle Stromgebiet des Ciliar- oder Aderhaut-

gefässsystemes wird theils aus der Arteria ophthalmica, theils von Aesten der Muskelarterien gespeist. Von den Augenarterien dringen Zweige in den Bulbus ein a) als **Arteriae ciliares posticae breves** in der Anzahl von vier bis sechs, den Augapfel in seinem hinteren Ab-

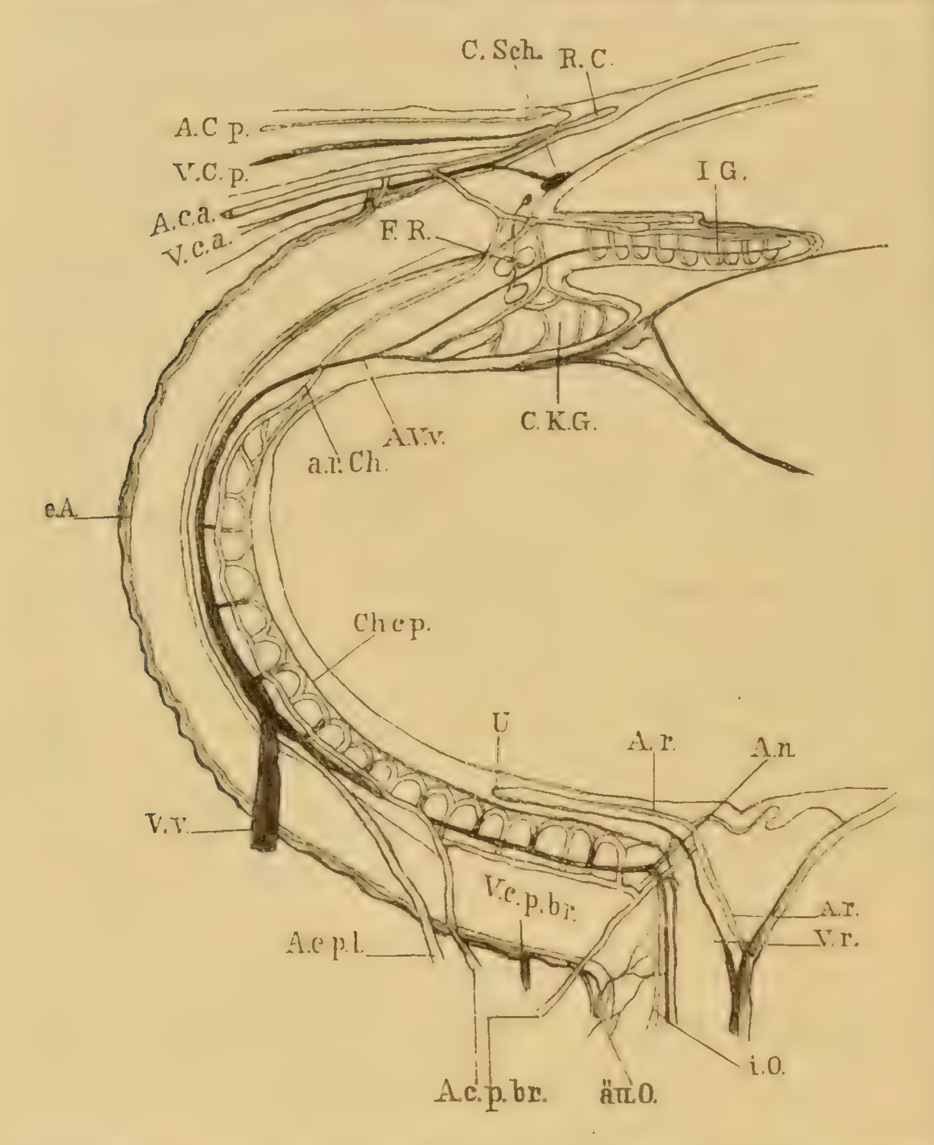


Fig. 361. Schematische Darstellung des Verlaufes der Blutgefässe im Pferdeauge.

A.c.p.br. Arteriae ciliares posticae breves; *A.c.p.l.* Arteria ciliaris post. longa; *A.c.a.* Arteria cil. antica, *V.c.a.* Vena cil. antica; *A.C p.* Arteria Conjunctivae post.; *V.C.p.* Vena Conjunctivae post.; *A.r.* Arteria centralis retinae, *V.r.* Vena centralis retinae, *U.* Umbiegungsstelle der Centralarterie der Netzhaut in die gleichnamige Vene; *i.O.* Gefässe der inneren Opticusscheide. *äu O.* Gefässe der äusseren Opticusscheide; *V.v.* Vena vorticosa; *V.c.p.br.* Vena ciliaris postica brevis; *An* Anastomosen zwischen dem Chorioidal- und Netzhautgefässsystem; *Chcp.* Choriocapillaris; *e.A.* episclerale Arterien; *A.r.Ch.* Arteria recurrens Chorioideae; *J.G.* Iris-Gefässe, *C.K.G.* Ciliarkörpergefässe; *A.V.v.* Ast der Vena vorticosa aus dem Ciliarmuskel; *F R.* Durchschnitt des Fontána'schen Raumes; *R.C.* Randschlingnetz der Hornhaut; *C.Sch.* Schlemm'scher Canal.

schnitte und in ziemlich gerader Richtung durchbohrend und b) als die zwei Arteriae ciliares posticae longae, welche je auf der medialen und lateralen Seite einzeln im horizontalen Meridian unter sehr spitzem Winkel in den Bulbus eindringen. Dazu kommen dann noch c) die von Arterien der geraden Augenmuskeln stammenden und von deren Sehne in den Bulbus übertretenden Arteriae ciliares anticae. Alle diese Gefässe lösen sich im Aderhauttraktus in ein ungemein reichliches Gefässnetz auf, in dem sich hauptsächlich zwei für sich bestehende, in ihrer Circulation in gewisser Hinsicht unabhängige, aber zusammen communicirende Bezirke unterscheiden lassen: a) Das Gefässnetz der Chorioidea, welches sich aus den Art. cil. post. brev. heraus entwickelt, und nach vorne b) das Gefässnetz des Corpus ciliare und der Iris, versorgt durch die Art. cil. post. long. und die Art. cil. ant. Sobald die kurzen Ciliargefässe die Sclera durchbohrt haben liegen ihre Aeste zunächst im hinteren Abschnitte noch in der Suprachorioidea eingebettet, machen einige Schlängelungen und theilen sich fortwährend dichotomisch, dabei in die tieferen Gewebsschichten hinabsteigend, um schliesslich sich in der Choriocapillaris in ein bis zur Ora serrata nach vorne reichendes, maschiges Capillarnetz aufzulösen, das besonders reichlich bei Thieren mit spärlichem Netzhautgefässsysteme (Pferd) entwickelt ist und hier zum Theile die Ernährung der Retina mit übernehmen muss. Auch die langen hinteren Ciliararterien, je eine lateral und medial verlaufend, nehmen ihren Weg zwischen Aderhaut und Sclera gegen die vordere Bulbushälfte zu, aber ohne dabei Seitenäste abzugeben und erst im vorderen Abschnitte des Ciliarmuskels oder in der Gegend der ciliaren Irisinsertion angelangt, theilt sich jede in zwei Gefässe, die in der Richtung des ringförmigen Ciliarmuskels sich entgegenlaufen und so einen arteriellen Gefässkranz, den Circulus arteriosus iridis major bilden, in welchen noch die die Sclera in der Gegend des Corpus ciliare senkrecht durchsetzenden Arteriae ciliares anticae einmünden. Von diesem Gefässkranze ziehen einmal starkwandige Gefässe in radiärer Richtung zur Pupille durch die Iris hin, wobei einzelne von ihnen an der Grenzlinie zwischen ciliarer und pupillarer Zone der Regenbogenhaut einen weiteren Gefässkranz, den Circulus arteriosus iridis minor, eingehen, während andere, direkt dem Pupillarrande zustrebend, sich in dessen Nähe in ein Capillarmaschenwerk auflösen, welches dann auf seiner anderen Seite in das venöse System übergeht. Ausserdem erhält aus dem Circulus arteriosus iridis major noch das Corpus ciliare (Muskel und Processus ciliares) seinen Bedarf an arteriellen Gefässchen.

Was das Ciliarvenensystem betrifft, so weicht dasselbe von der Regel, dass die Venen gewöhnlich die gleichnamigen Arterien begleiten, völlig ab. Die Anordnung der venösen Abflussbahnen ist eine ganz andere als die der zuführenden arteriellen Gefässe. Wir treffen vier grössere Venenstämme an, die Venae posticae ciliares oder Venae vorticosae (Wirtel- oder Strudelvenen), von denen jede in einem Quadranten der hinteren Bulbushälfte unter sehr spitzwinkliger Durchbohrung der

Sclera zu Tage tritt und in die Augenvene und den cavernösen Blutleiter übergeht. Sie sammeln das Blut, indem sie sich aus immer stärker werdenden Venenstämmchen zusammensetzen, aus allen Aderhautbezirken. Zu bemerken ist noch, dass alle intraoculären Venen völlig klappenlos sind.

B. Das Lymphgefässsystem des Augapfels. In gleicher Weise wie das Blut im Augapfel seine reichlichen, nach verschiedenen Richtungen hin zu- und abführenden und doch wieder unter sich zusammenhängenden Gefässbahnen besitzt, ist auch für den gesicherten Abfluss der Lymphe in ausgiebigster Weise Sorge getragen, indem ein gesonderter Lympheabfluss für die Organe der vorderen und für jene der hinteren Bulbushälfte besteht.

Zu den vorderen Lymphbahnen gehört in erster Linie die vordere Augenkammer, welche nichts anderes, als ein grosses Lymphreservoir darstellt, mit dem der Petit'sche Kanal durch die hintere Augenkammer in Verbindung steht; vordere und hintere Augenkammer communiciren mit einander durch die capilläre Spalte zwischen dem Pupillarrand der Iris und der vorderen Linsenfläche. Das Volumen der vorderen Augenkammer, deren Inhalt eine wasserklare Lymphe mit sehr spärlichen morphologischen Elementen (weisse Blut- resp. Lymphkörperchen, wie sie eben in der Körperlymphe angetroffen werden) darstellt, beträgt nach Emmert in Cubiccentimetern beim Pferde 2,4, Ochsen 1,7, Schaf 0,8, Schwein 0,3, Hund 0,4 und bei der Katze 0,6. Ihre Wandungen sind in continuo mit einem Endothele vollkommen austapezirt, das wir schon gelegentlich der Betrachtung der Cornea als das der Rückfläche der Descemeti'schen Membran aufliegende Hornhautendothel kennen gelernt haben und das sich dann unter Ueberkleidung der Irisfortsätze im Kammerwinkel auf die Vorderfläche der Regenbogenhaut umschlägt und auch diese völlig überzieht.

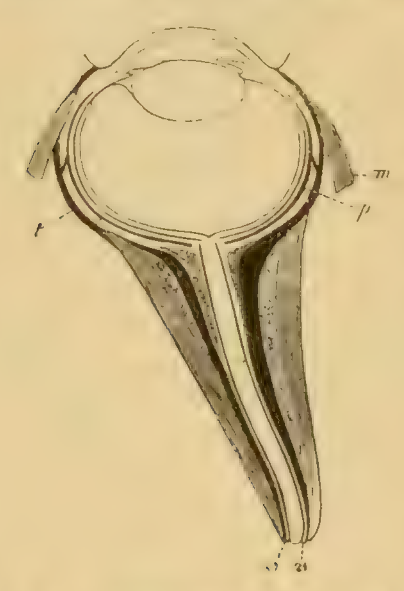


Fig. 362. Schematische Darstellung der hinteren Lymphbahnen des Auges vom Schweine mit Ausnahme der Lymphgefässe der Retina. Links ist das Verhalten der an den Augapfel sich ansetzenden Muskelsehnen zum Tenon'schen Raume (t) wiedergeben; rechts ist letzterer auch neben den Muskelansätzen angedeutet; p Perichorioidealraum.

Alle die Camera anterior anfüllende und prall erhaltende Lymphe filtrirt sowohl aus dem blutgefässreichen hinteren Theile der Iris als auch aus dem Corpus ciliare und tritt aus der Augenkammer in den sog. Schlemm'schen Kanal, also ein System peripherischer Venen über. Da in diesen Venen stets ein positiver Druck vorhanden ist, so wird es

zur nothwendigen Folge, dass der Druck in der Augenkammer — so lange überhaupt Lymphe übertreten soll — constant wenigstens etwas höher sein muss als jener in den Venen; und durch diese ebenso einfache als wunderbar selbst regulirende Einrichtung bleibt die Tiefe der vorderen Augenkammer conservirt und die Hornhaut vor dem Collabiren geschützt. Die Lymphspalten der Hornhaut fanden bereits bei Beschreibung dieser Membran ihre Würdigung.

Was die abführenden Lymphwege der hinteren Bulbushälfte betrifft, so bestehen gesonderte Bahnen für die Lymphe der Netzhaut und für jene der Chorioidea und der Sclera.

Die Lymphgefässe der Retina sind perivasculäre Räume, welche namentlich die Venen und Capillaren, stellenweise wohl auch die Arterien umscheiden. Sie gehen durch die Siebplatte hindurch in den Nervus opticus hinein und communiziren mit dessen subarachnoidalen Raum. Wahrscheinlich ist, dass auch der Canalis hyaloideus (Centralkanal des Glaskörpers) seinen Lymphinhalt hierher entleert.

Die aus der Sclera und Chorioidea auszuführende Lymphe gelangt in einen grossen, zwischen beiden Membranen und zwar in den Spalträumen der Suprachorioidea (siehe Chorioidea) gebildeten, die Aderhaut schalenförmig umgebenden äusserst geräumigen Lymphraum, den sog. Perichorioidealraum, welcher von der Durchtrittsstelle des Sehnerven bis zur Ora serrata reicht. Der Abfluss erfolgt vermittelst perivasculärer Räume, welche die Venae vorticosae umhüllen, in den mit einer Endothelschichte ausgekleideten Tenon'schen Raum. Derselbe hängt am hinteren Pole des Auges in der Gegend der Eintrittsstelle des Sehnerven mit einem weiteren Lymphraume zusammen, der scheidenartig die äussere fibröse Scheide des Opticus umgiebt und als supravaginaler Raum bezeichnet wird. Er mündet schliesslich durch den Canalis opticus in den Arachnoidalraum des Gehirnes, der wieder mit den oberen Halslymphgefässen in directer Verbindung steht.

B. Die Schutzorgane.

I. Der Thränenapparat.

Der Thränenapparat scheidet sich nach seiner topographischen Lage in zwei räumlich von einander getrennte Theile mit verschiedener Funktion; zu ihm gehören die drüsigen Organe, welche die Thränenflüssigkeit bereiten, absondern und durch ihre Ausführungsgänge in den Conjunctivalsack in der Nähe des Fornix Conjunctivae leiten und sodann der Abzugskanal, durch welchen das Thränendrüsensekret den Conjunctivalsack wieder verlässt und in die Nasenhöhle abgeführt wird. Während das sekretorische Organ — die Thränendrüse — mit seinen Ausführungsgängen in der Nähe des lateralen Augenwinkels auf die Bindehautoberfläche mündet, wird die

Thränenflüssigkeit von dem im medialen Augenwinkel beginnenden Kanalsysteme — Thränenröhrchen, Thränensack und dem Thränenkanale — aufgenommen.

1. Glandula lacrymalis, Thränendrüse.

Die Thränendrüse ist ein intraorbital gelagertes, plattgedrücktes, drüsiges Organ von gelblichrother Farbe. Hinter dem Augenbogenfortsatze in der Thränendrüsengrube desselben gelegen finden wir sie stets zwischen der den ganzen Augapfel und dessen Muskelapparat einhüllenden Fascia superficialis — mit dieser auf ihrer unteren Fläche ziemlich fest verbunden — und der Periorbita eingeschlossen. Sie besitzt 12 bis 16 Ausführungsgänge, in die man bequem eine Schweinsborste einführen kann, und die an der Innenfläche des oberen Augenlides und zwar in der Nähe des lateralen Winkels und in das Gewölbe der Conjunctiva ausmünden.

Mikroskopisches. Die Thränendrüse gehört zu den acinösen Drüsen. Das von ihrer Kapsel ausgehende und in Form von Scheidewänden in das Innere eindringende Bindegewebe gliedert sie in eine grosse Masse polyedrischer Körper — das Drüsenparenchym —, die in der Hauptsache aus den Alveolen und den Blutgefässen bestehen, an welch' erstere sich röhrenförmige Ausführungsgänge anschliessen.

Die Alveolen stellen Säcke dar, an denen man die Membrana propria und die secernirenden Epithelien unterscheidet.

Die Membrana propria ist aus einer Menge sternförmiger, sehr platter und kernhaltiger Zellen aufgebaut, welche durch eine grosse Anzahl reichlich entwickelter und äusserst vielgestalteter, feinstreifiger, bald schmäler, bald breiter werdender Fortsätze mit einander in enge Verbindung treten und den gewölbten Alveolus wie die Reifen eines Fasses umspannen und ihm flach aufliegen.

Dabei darf man sich aber nicht der Anschauung hingeben, als werde durch die Verflechtung dieser Fortsätze etwa ein durchbrechenes Maschennetz, ein Korbgeflecht hergestellt; sondern es stellt die Membrana propria vielmehr einen continuirlichen, nirgends durchlöcherten, äusserst zarten Mantel um den Alveolus dar, auf dem die platten und langgestreckten, reichlich mit Ausläufern versehenen zelligen Elemente nur besonders hervorspringen, etwa wie die Rippen eines Blattes.

An der Innenfläche der Umhüllungsmembran liegt ein annäherungsweise cubisches Epithel, dessen Zellen selten einfach rund oder polygonal, vielmehr meist von unregelmässiger Form sind und häufig eine oder mehrere Fortsätze besitzen. Die vorkommenden Formen sind sehr mannigfaltig. Der kugelige, homogene, nicht immer ein deutliches Kernkörperchen zeigende Kern liegt stets excentrisch und zwar an der der Membrana propria zugekehrten Basis der Epithelzelle. Die Thränendrüse gehört in die Kategorie der sog. serösen oder Eiweissdrüsen.

Es zeigen demgemäss in der längere Zeit hindurch arbeitenden Drüse die Epithelzellen jene morphologischen Veränderungen, wie wir sie an den serösen Drüsen überhaupt zu sehen gewohnt sind: ihre Epithelien werden kleiner, körniger und trüber, ihre Grenzen undeutlicher, die Kerne nehmen eine mehr kugelige Gestalt an.

Die freie äussere Oberfläche der Membrana propria dient zur Be-

grenzung eines im Leben mit Lymphe erfüllten Hohlraumes, welcher sich zwischen den Alveolus und das jenen umspinnende Capillargefässnetz einschiebt.

Versucht man eine Einstichinjection (z. B. sehr praktisch mit kaltflüssigem Berlinerblau) in die Thränendrüse, so gelingt es nicht unschwer, diesen perialveolären Hohlraum bei einer grossen Anzahl von Alveolen mit Injectionsmasse dicht zu füllen und ausserdem noch die Masse in

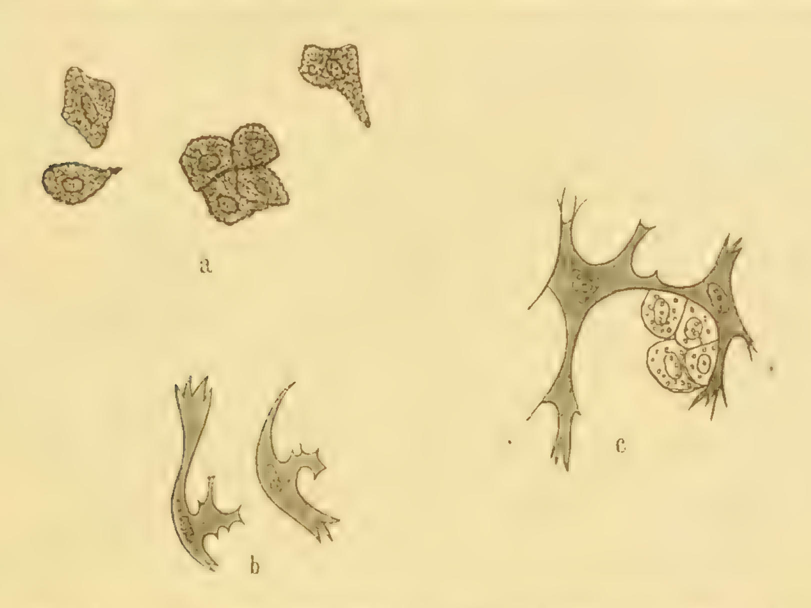


Fig. 363. *a*) Aus der Thränendrüse des Kalbes. Durch Maceration erhaltene Epithelien.
b) Multipolare sichelförmige Zellen.
c) Bindegewebiges Gerüstwerk mit ansitzenden Epithelien.

Räume zu treiben, welche die Blutgefässe der Drüse umscheiden; bei gleichzeitiger (rothfarbiger) Blutgefässinjection erzielt man constant einen blauen Ring um den rothen Blutgefässquerschnitt. Demnach steht der perialveoläre Lymphraum mit den perivasculäsen Kanälen in direkter Verbindung.

Was das an die Alveolen sich anschliessende und das Thränendrüsensekret ausführende Röhrenwerk anbelangt, treffen wir zunächst schmale, der Dicke einer Capillare entsprechende und mit hohem Cylinderepithel ausgekleidete Kanäle an, die in die Thränenröhren übergehen, welche sich ihrerseits rasch ästig sammeln und dann die einzelnen Ausführungsgänge der Drüse (Ductus lacrymales) darstellen. Dabei wird das ursprünglich sehr hohe Cylinderepithel immer niedriger. Die Wandungen der Ausführungsgänge bestehen aus einer bindegewebigen Grundlage mit äusseren circulären und inneren longitudinalen Fasern.

Die **Nerven der Thränendrüse** stammen vom V. Gehirnnerven (N. lacrymalis, Sekretionsnerv) und vom Sympathicus ab; sie verlaufen stets mit den Verästelungen der Blutgefässe und der Ausführungsgänge gemeinsam. Sie sind — schon im Stamme des Lacrymal-Nerven —

überwiegend marklos. Ueber die von ihnen constant begleiteten Thränenröhren hinaus sie zu verfolgen ist nicht gelungen.

Die Arterien stammen von der inneren Kinnbackenarterie ab.

2. Die Thränenableitungswege.

Die Ableitungswege, die zum Abflusse der Feuchtigkeiten, welche den Bulbus benetzen, bestimmt sind, stellen ein (beim Pferde in gerade ausgestrecktem Zustande ca. 25—26 *cm* langes) paariges, abwechselnd sich verschmälerndes und wieder weiter werdendes Röhrensystem dar, an welchem man die Thränenröhrchen, den Thränensack und den Thränenkanal unterscheidet. Als accessorisches Organ tritt dazu noch die Thränenkarunkel.

Der histiologische Bau des die Thränenflüssigkeit ableitenden Kanalwerkes ist bei allen Haussäugethieren so ziemlich der gleiche. Bezüglich der Form finden sich jedoch geringere oder wesentlichere Unterschiede, die besonders beim Schweine und Hunde auffallen. Während ersteres allerdings zwei Thränenröhrchen besitzt, mündet doch nur das obere in einem Thränenpunkte aus, das untere dagegen endigt ohne Thränenpunkt blind. Das Auffallendste finden wir aber im Verhalten des häutigen Thränenkanales, welcher in seinem mittleren Abschnitte auf eine Länge von 3—7 *mm* unterbrochen ist und so in ein oberes und unteres functionsloses Stück zerfällt. Beim Hunde verläuft der Thränenkanal entweder continuirlich bis zum unteren Nasenloche oder er besitzt nach seinem Austritte aus dem knöchernen Thränenkanale keine Oeffnung, ähnlich dem Schweine, wodurch der untere Theil funktionslos wird.

Entwicklungsgeschichtlich ist zu bemerken, dass Thränensack und häutiger Thränenkanal als eine einheitliche Bildung in der Form einer soliden Epithelleiste angelegt werden, welche vom Grunde der Thränenfurche aus in der ganzen Länge derselben in das unterliegende Bindegewebe wuchert und sodann vom Oberflächen-Epithel abgeschnürt wird. Später erst erhält dieser Epithelstrang durch ein vom Auge zur Nase vorrückendes Auseinanderweichen der Zellen ein Lumen.

Mikroskopisches. a) Die **Thränenkarunkel** (Caruncula lacrymalis) ist als ein inselförmiger, von der allgemeinen Decke abgetrenntes Stückchen Haut aufzufassen, deren Bau sie nachahmt, Haare, Talg- und Schweissdrüsen zeigt. Im die Thränenkarunkel umgebenden Epithele finden sich Becherzellen vor.

b) Die **Thränenrörchen** (Canaliculi lacrymales, Thränenkanälchen) beginnen mit den Thränenpunkten (Puncta lacrymalia), welche in Gestalt zweier Oeffnungen von 2—3 *mm* Weite auf der conjunctivalen Fläche der beiden Augenlider nahe dem medialen Winkel derselben in den Thränensee eintauchen.

Sie sind so gelagert, dass ihre Entfernung vom freien Rande des Lides ca. 2—3 *mm*, von der Spitze des medialen Augenwinkels ca. 1 *cm* beträgt, so dass sie daher gerade an der Ubergangsstelle des pigmentirten Hautepithels zur pigmentlosen Conjunctiva Platz gefasst haben. Die Thränenpunkte stehen nur als Spalte offen, klaffen also nicht. Die beiden Kanale haben einen solchen Verlauf, dass sie in zwei von einander abgekehrten Halbkreisen gegen einander ziehen, deren Mittelpunkt der mediale Augenwinkel oder die Karunkel darstellt und deren untere Schenkel in dem Thränensacke ihre Vereinigung finden. Dabei ist ihre Biegung keine absolut bogenförmige. Man unterscheidet am

Thränenröhrchen (wenigstens beim Pferde) vier Abschnitte: 1. der Thränenpunkt, 2. das vertikale Stück, von Kitt tarsaler oder palpebraler Theil genannt, 3. das bogenförmige Stück und 4. die Einmündungsstelle in den Thränensack. Die ganze Länge eines Thränenröhrchens vom Thränenpunkte bis zur Einmündungsstelle in den Thränensack beträgt beim Pferde für den oberen Canaliculus 2 *cm* ($^1/_2$ *cm* der tarsale Theil, $1^1/_2$ *cm* das bogenförmige Stück), für den unteren $1^1/_2$ *cm* ($^1/_2$ *cm* der tarsale Theil, 1 *cm* das bogenförmige Stück).

Die Wandung der Thränenröhrchen ist anfangs glatt und eben, in der Tiefe des Lides und je näher der Einmündung zum Sacke, desto mehr wird die Oberfläche durch Faltenbildung wellig gebogen, ohne dass sich diese Falten dicht an einander legen und die Spalte des Kanals merklich verengern. Als oberste auskleidende Schicht finden wir eine Doppellage cylindrischer, bedeutend in die Höhe ausgezogener Epithelien. Zwischen den basalen einfachen oder gabelig verzweigten Fortsätzen sind dann niedrige, polyedrische oder rundliche Zellen eingeschaltet, so dass nicht immer die Fortsätze der Cylinderzellen die Propria erreichen, sondern erst die ein- und mehrschichtige Lage der rundlichen Zellen den Zusammenhang vermittelt. Eine Klappen- oder Divertikelbildung, wie sie für den Menschen beschrieben wird, lässt sich nirgends erkennen. Die für jedes Thränenröhrchen gesonderte Mündung in den Thränensack stellt eine ca. 3 *mm* längliche Spalte dar ohne jede Randwulstung. Die Gerüstsubstanz um die Thränenröhrchen herum wird durch ein festeres Zellgewebe hergestellt, welches theils dem fibrillären, theils dem reticulären Bindegewebe, selbst den elastischen Bindesubstanzen angehört, indem reichliche Bindegewebsfasern und elastische Faserzüge sich verflechten und kernhaltige, spindelförmige und verästelte Bindegewebszellen zwischen sich lassen; letztere lagern sich zu einer Art Propria um die Röhre herum und tragen das ebenerwähnte Epithellager.

c) Den **Thränensack** (saccus lacrymalis) stellt einen ca. 1 *cm* im Durchmesser breiten Hohlraum von annähernd birnförmiger Gestalt dar, welcher nach abwärts allmählich und ohne scharfe Grenzen in den Thränenkanal übergeht, nach aufwärts dagegen blind endigt. Wo der Saccus lacrymalis dem Knochen anliegt, wird er durch eine reichliche Masse geformten und grobfaserigen Bindegewebes, das hier zugleich die Stelle des Periostes vertritt, angeheftet. Seine Wandung, welche Faltenbildung besitzt, stellt in der Hauptsache eine Form lymphoiden Gewebes dar in der Art, dass eine grosse Anzahl sehr gedrängt stehender rundlicher oder auch langgestreckter und birnförmiger Follikel zwischen Propria und übriges Gewebe eingelagert ist. Die ganze Umgebung der Follikel hat ein höchst entwickeltes Blut- und Lymphgefässsystem aufgenommen. Schon um die Einmündungsstelle der Thränenröhrchen zeigt der letzteren Wandung Andeutungen eines solchen lymphoiden Gewebes.

d) Der **häutige Thränenkanal** (Canalis lacrymalis membranosus,

häutiger Thränen-Nasengang, Ductus s. Canalis naso-lacrymalis) kann in drei Abschnitte gebracht und in den oberen ampullenförmigen, den mittleren und den unteren Theil unterschieden werden.

I. Der obere Theil des häutigen Thränenkanales — jene Strecke, welche (beim Pferde ca. 6—7 *cm* lang) im knöchernen Kanale verläuft — ist ampullenförmig erweitert; die häutige Röhre besitzt in diesem Abschnitte einen Dickendurchmesser von $^1/_2$ bis $^3/_4$ *cm*. Sie lässt drei Wandschichten deutlich unterscheiden. Zu innerst, dem Lumen zugewendet, finden wir ein hohes Cylinderepithel, welches nach Kitt — wenigstens für Pferd und Rind — nicht mit Cilien versehen ist. Direct unter dem Epithele findet sich eine Zone lymphoider Follikel. Nach aussen zu gegen den Knochen zeigt der Thränenkanal auf dem Schnitte ein derbes, dicht verflochtenes Bindegewebe. Zwischen dieser äusseren Lage und dem Epithele treffen wir eine mittlere Schicht an. Sie umgiebt ringförmig als $^1/_2$ bis $^3/_4$ *mm* dicke Hülse die innere Schicht und besitzt ein durchlöchertes Aussehen. Sie stellt ein ausgedehntes Maschenwerk dar, dessen ziemlich dicke Balken aus fibrillärer Masse und gewöhnlichen Bindegewebszellen bestehen und welche durch die Art ihrer Spaltung und Wiedervereinigung ein sehr regelmässiges Septensystem bilden. Die Maschenweite dieses Gewebes ist bedeutend, die kleinste Dimension beträgt 0,015 *mm*, die grösste 0,045 *mm*. Die Form der Maschen ist eine unregelmässig rundliche, in die Länge gezogene; die Stärke der Bindegewebsbalken schwankt zwischen 0,009 und 0,02 *mm*. In den Balken, hauptsächlich an den Knotenpunkten derselben, verlaufen arterielle, venöse und capillaere Gefässe, welche grösstentheils parallel der Längsaxe des Thränenkanales sich hinziehen. Das Ganze bietet den Eindruck eines cavernösen Körpers, nur sind die Lücken nicht mit Blut gefüllt, sondern scheinen lediglich grosse Saftlücken darzustellen; es sind Netzgänge, wie sie dem Umhüllungsraume der lymphoiden Knoten an anderen Körperstellen in verkleinertem Masse eigen sind.

II. Der mittlere und bedeutend dünnere, zarthäutige Abschnitt, dessen Dicke nahezu plötzlich auf 3—6 *mm* Durchschnitt schwindet, bleibt sich in der Ausdehnung von 4 *cm* gleich. Auch hier finden wir wieder den Epithelbelag in Cylinderform, der überhaupt die Innenfläche des ganzen Thränenkanales auskleidet, und lymphoides Gewebe vor; doch nimmt die Zahl der Follikel stetig mit der Entfernung von der Ampulle ab. Das ringförmige, netzartige Kanalwerk, welches den Umhüllungsraum der lymphatischen Knoten und Gänge in der Ampulle des Schlauches herstellte, fehlt im zweiten Abschnitte. Dagegen sind in grösserer Distance von einander ziemlich weite Hohlgänge (bis zu 0,10 *mm*), welche parallel mit dem Thränengange ihren Lauf nehmen und weder dem venösen, noch arteriellen Systeme nach der Struktur ihrer Wanderung anzugehören scheinen, sondern vielmehr den Eindruck machen, als seien sie aus dem Zusammenflusse mehrerer der schon beschriebenen Maschenräume hervorgegangen. Ihr Querschnitt ist unregelmässig rundlich oder in die Länge gezogen und ihre innere Fläche trägt

eine einfache Lage platter Endothelzellen. Kitt deutet diese Hohlgänge als Vasa efferentia der Lymphbahnen in der Ampulle.

III. Der untere Abschnitt des Thränenkanales stellt, sich allmählich verbreiternd, eine zusammengedrückte platte Röhre dar, die plötzlich (beim Pferde) eine blindsackähnliche Ausbuchtung zeigt, welche durch ihre an die Dütte gebundene Lage Veranlassung giebt, dass der Kanal hier eine spiralige Drehung macht, ehe derselbe, sich wieder verengernd, auf der Grenze der Nasenschleimhaut und der allgemeinen Körperdecke ausmündet. In seiner hinteren und medialen Partie wird die untere Thränensackpartie vom hyalinen Knorpel der hinteren Dütte umschlossen, dessen Perichondrium auf der Seite des Thränenkanales zugleich von der bindegewebigen Wandung des letzteren hergegeben wird. Die Schleimhaut des Blindsackes (der Ausbuchtung) führt spärliche, aber sehr ausgebildete Lymphfollikel, welche sich gegen die umliegenden Massen scharf absetzen. Vom unteren Rande des Sförmigen Knorpels ab ist der Kanal von der Nasenschleimhaut überzogen, und so kommt es, dass er mit dem cavernösen Körper genannter Membran in Verbindung tritt. In einer Entfernung von 2 *cm* von der Mündungsstelle bemisst sich die Weite des Lumens auf 2—3 *mm*. Die Wandung ist in dieser Höhe sehr stark gefaltet und behält den Cylinderzellenbelag, den wir durch den ganzen häutigen Thränenschlauch hindurch verfolgten. Als etwas Neues treten grosse acinöse Schleimdrüsen auf mit ihrem Ausführungsgange in den Canalis lacrymalis herein, welche ihren Sitz in verschiedener Entfernung von dessen Oberfläche, theils nahe der Propria, theils in dem lockeren umgebenden Bindegewebe haben. Die Mündung des Kanales zeigt freie Cutispapillen, und wir finden an ihr feine Haare mit reichlichen Talgdrüsen und sehr mächtigen Schweissdrüsen.

II. Conjunctiva (Bindehaut).

Die Bindehaut des Auges ist eine im Leben rosarothe Schleimhaut, welche bei geschlossener Lidspalte einen Sack mit aneinander liegenden Wänden darstellt, die Verbindung zwischen den Lidern und dem Augapfel vermittelt und auch die Vorderfläche des letzteren in etwas modificirter Weise als Corneal-Epithel überzieht. Am freien Lidrande geht sie unmittelbar in die allgemeine Decke über, während sie durch die Canaliculi lacrymales mit dem ableitenden Kanalwerke für die Thränenflussigkeit und durch dieses mit der Nasenschleimhaut in Verbindung steht.

Mikroskopisches. Die Schleimhaut besteht aus einer Tunica propria, einem Epithellager und einem die Conjunctiva auf ihrer Unterlage anheftenden Stratum, dem subconjunctivalen Gewebe. Der histiologische Bau der Conjunctiva ist nicht an allen Stellen der gleiche, es zeigen vielmehr ihre einzelnen Componenten gewisse Unterschiede je nach der Gegend, durch welche man einen Schnitt legt und nach solchen Eigenthümlichkeiten wie auch schon nach dem makroskopischen Verhalten kann man die Bindehaut eintheilen in die Conjunctiva bulbi oder den Augapfelabschnitt und in die Conjunctiva palpebrarum oder den Lidabschnitt; beide werden durch die Uebergangsfalte oder den Fornix Conjunctivae mit einander verbunden.

1. Die **Conjunctiva bulbi** besitzt ein an elastischen Fasern sehr reiches Bindegewebe, welches hier noch keinen Papillarkörper trägt; die Verbindung mit der darunter liegenden Sclera stellt ein sehr lockeres subconjunctivales Gewebe dar, welches ein Verschieben der Bindehaut auf dem Augapfel erlaubt. Nur gegen den Hornhautrand zu wird das submucöse Stratum geringer, um schliesslich ganz zu verschwinden, so dass die Schleimhaut mit ihrer Unterlage fest und unverrückbar verbunden ist. Das Epithel zeigt eine mehrfache Schichtung und ist daher stärker als in der Lidportion; es hat hier schon ganz den Charakter des Hornhautepithels angenommen, in welches es unter Verdünnung am Corneoscleralrande übergeht. In der Gegend des Hornhautrandes treten von Manz und Meissner bei Pferd, Rind, Schaf und Ziege näher untersuchte knäuelförmige Drüsen (sog. Knäueldrüsen des Limbus Conjunctivae) auf, welche Aehnlichkeit mit kleinen Schweissdrüschen haben, mit blassen, platten, wenig gekörnelten Zellen ausgekleidet sind und mit einem kolbig erweiterten Ende ausmünden.



Fig. 364. Eine Knäueldrüse aus der Conjunctiva bulbi des Kalbes.

2. Als **Conjunctiva palpebrarum** bezeichnen wir den dem oberen und unteren Augenlide auf seiner Rückfläche anliegenden Bindehautabschnitt (die Conjunctiva der Palpebra tertia siehe bei dieser). Dieselbe besitzt ein reichliches Netz elastischer Fasern und ist straff mit dem Tarsus des Lides verbunden. Die tarsale Partie trägt einen deutlichen Papillarkörper, welcher sich schon grob anatomisch ausprägt durch eine auf der Schleimhautoberfläche sich netzartig kreuzende Zeichnung von Grübchen und feineren Rinnen, welche zarte Fortsätze zwischen sich entstehen lassen (Rinnensystem nach Stieda). Das Epithel ist niedrig, nur aus zwei Zelllagen gebildet, von denen die untere aus Plattenepithel zusammengesetzt erscheint, während die oberflächliche aus Cylinderepithelien besteht. Die Cylinderzellen besitzen an ihrer freien Oberfläche einen gestreiften Saum, und zwischen ihnen finden sich vereinzelte Becherzellen. Sehr charakteristisch für die Lidpartie der Bindehaut ist das bei allen unseren Haussäugetieren constante Vorkommen von Lymphfollikeln (Bruch'sche Follikel, Trachomdrüsen Henle); besonders reichlich finden sie sich gegen den medialen Augenwinkel zu und in der Nähe der Ueber-



Fig. 365. Trachomdrüse des Ochsen mit injicirter Lymphbahn; Verticalschnitt. *a* submucöses Lymphgefäss; *c* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

gangsfalte der Bindehaut zur Palpebra tertia. Ausserdem zeigt sich die Schleimhaut noch von zahlreichen, in Maschenräumen des Bindegewebes liegenden lymphoiden Zellen infiltrirt. Drüsenähnliche Bildungen (die sog. Henle'schen Drüsen) weist die Conjunctiva palp. in ihrem tarsalen Abschnitte zahlreich auf, doch ist es fraglich, ob man es hier wirklich mit eigentlichen Drüsen zu thun hat; in der Hauptsache stellen sie Einsenkungen des Epithels in den Papillarkörper (in das sog. Rinnensystem) dar, ohne dabei ein specifisches Epithel zu besitzen.

Die Gefässe stammen und zwar für die Pars palpebrarum von den Augenlidern, für die Pars bulbi von den Scleralgefässen, resp. den vorderen Ciliararterien ab.

III. Palpebrae (Lider, Augenlider).

Die Augenlider bilden Hautfalten, die während des Fötallebens in der Umgebung des Auges entstehen, einander entgegenwachsen und mittelst ihrer epithelialen Randfläche mit einander verkleben, um dann gegen das Ende der embryonalen Entwicklung

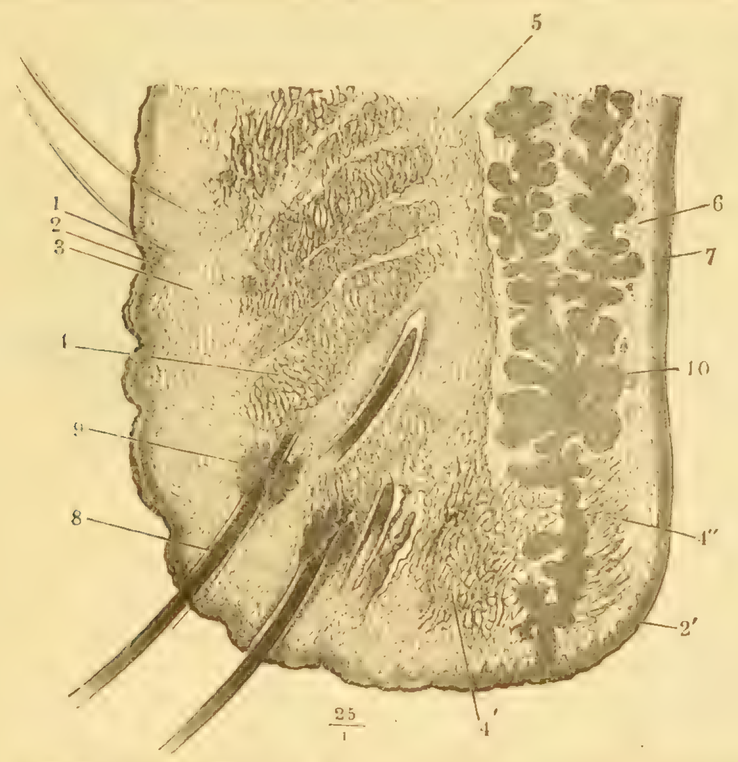


Fig. 366. Sagittaldurchschnitt durch das obere Augenlid, dessen untere Abtheilung. 1. Epidermis; 2. Cutis; 3. Subcutanes Gewebe; 4. Musculus orbicularis palpebralis; 5. Lockeres Bindegewebe zwischen Muskelschichte und Tarsus; 6. Tarsus; 7. Conjunctiva palpebralis; 8. Cilia; 9. Deren Haarbalgdrüse; 10. Meibom'sche Drüse.

sich durch eine horizontal verlaufende Spalte — die Augenlidspalte — in ein oberes und ein unteres Augenlid differenziren, zu welchen bei unseren Haussäugethieren noch die von der Conjunctivalschleimhaut überkleidete und bewegliche Palpebra tertia (drittes Augenlid) hinzutritt.

Mikroskopisches. Auf einem senkrecht zum freien Lidrande durch ein Augenlid gelegten Schnitt fallen uns zwei in ihrem Baue verschiedene Regionen auf, der durch eine steife Platte festen Bindegewebes (Tarsus, Augenlidplatte) gestützte und dem Lidrande benachbarte, glatte Tarsaltheil und der weiter gegen den Augenhöhlenrand gelegene und in die umgebende Stirn- und Wangenhaut übergehende, gefaltete Orbitaltheil.

Was den **Tarsaltheil** des Lides betrifft, so bemerken wir auf dem Durchschnitte eine Trennung in zwei Schichten, eine innere, welche aus dem Tarsus und der mit ihm innigst verwachsenen Conjunctiva besteht, und eine äussere, die Cutis mit dem subcutanen Gewebe. Der Tarsus oder Lidknorpel, der jedoch jeder knorpeligen Grundlage entbehrt, wird gebildet durch ein äusserst festes und derbes Bindegewebe. In ihm eingelagert finden sich die Meibom'schen Drüsen (Tarsaldrüsen, Augenliddrüsen), langgestreckte, acinöse Drüsen, deren Längsdurchmesser senkrecht auf den Lidrand gestellt erscheint. Sie münden punkt-

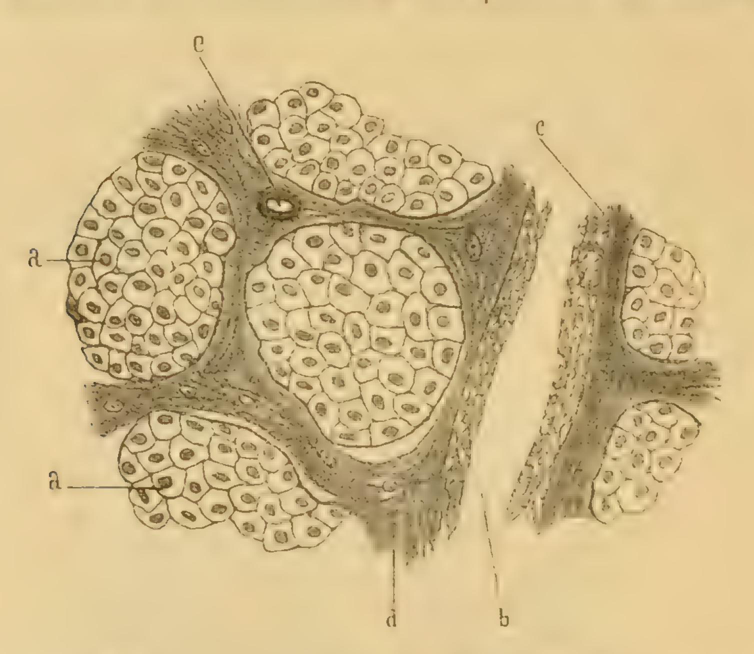


Fig 367. Schnitt durch eine Meibom'sche Drüse.
a Epithel, *b* ausführendes Kanälchen, *c* dessen Epithel, *d* interacinöses Bindegewebe, *e* quergetroffenes Blutgefäss.

förmig auf der inneren Lidkante, besitzen einen gestreckten Ausführungsgang, dem seitlich die kurzen Alveolen angereiht sind; diese letzteren werden durch eine zarte und kernhaltige Membrana propria von dem umgebenden tarsalen Gewebe abgegrenzt. Die der Membrana propria zunächst aufsitzenden Epithelien sind kubisch und je weiter von der Begrenzungsmembran entfernt, desto mehr verfettet, so dass schliesslich das Centrum eines Acinus mit einem fettigen Detritus ausgefüllt erscheint. Der Ausführungsgang selbst besitzt ein Epithel vom Charakter

der gewöhnlichen Epidermis mit oberflächlich verhornten Zellen. Die Haut der Augenlider besteht aus den die allgemeine Decke überhaupt zusammensetzenden Componenten, ist zart, ziemlich fest mit den Nachbartheilen verbunden und enthält feine Deckhaare mit kleinen Haarbalgdrüsen; zwischen ihnen stehen zahlreiche kleine Schweissdrüsen und ausserdem finden sich einzelne Tasthaare. Das Unterhautbindegewebe ist fettlos. Noch im Hauttheile des Lides treffen wir eine Lage von quergestreiften Muskelfasern mit ringförmigem Faser-Verlaufe, welche unter dem subcutanen Bindegewebe und vor dem Tarsus gelegen dem Musculus orbicularis oculi angehören. In dem festen und derben Gewebe der zahlreiche und ansehnliche Papillen tragenden Lidkante eingebettet finden sich ferner noch die Augenwimpern, Cilia, welche in 2 bis 3 Reihen hintereinander gelagert, mit ihren Zwiebeln tief in das Gewebe des Augenlides hineinreichen; in ihre Haarscheiden münden starke Talgdrüsen und grosse, sehr tief liegende Schweissdrüsen; in ihrem feineren Baue verhalten sie sich von den anderen Haaren nicht wesentlich verschieden.

Eine gesonderte Besprechung erheischt die **Palpebra tertia** (Nagel, Nickhaut, Blinzhaut, Membrana nictitans), welche eine im medialen Augenwinkel gelegene, halbmondförmige, der Wölbung des Bulbus entsprechend gebogene Duplikatur der Conjunctiva darstellt, die durch eine eingeschobene dreieckige Platte aus hyalinem Knorpel (Blinzknorpel) gestützt wird. Ihr freier Rand erscheint für gewöhnlich schwarz pigmentirt. Der Blinzknorpel wird eingehüllt von einer röthlichen Drüse, der Glandula Harderi (Harder'sche Drüse) mit acinösem Bau, deren Acini ein pyramidenförmiges, die Ausführungsgänge dagegen ein kubisches Epithel tragen. Die bei den einzelnen Thierarten in der Zahl von 1—4 variirenden Ausführungsgänge münden auf der concaven Seite des dritten Augenlides in ein kleines Täschchen. Die ganze Drüse wird von einer zarten fibrösen Haut eng umschlossen.

Der Verdauungsapparat*).

Von

Ellenberger.

Allgemeines. Der Verdauungsapparat stellt im Wesentlichen einen häutigen, an beiden Enden offenen Hohlschlauch dar, welcher mit Wand- und Anhangsdrüsen, deren Ausführungsgänge in ihn einmünden, ausgestattet ist. Die Wand desselben baut sich aus mehreren Gewebsschichten resp. Häuten auf, die sich wie in einander gesteckte, concentrische Cylinder verhalten und durch lockere Bindegewebsschichten mit einander verbunden sind. Der grösste Abschnitt des Schlauches besteht aus 3 Häuten, einer inneren Schleimhaut, einer mittleren Muskel- und einer äusseren serösen Haut. Die erstere ist dem ganzen Kanale gemeinsam und bildet einen continuirlichen Schlauch, der vom Munde bis zum After reicht und an diesen beiden Oeffnungen in die äussere Haut übergeht. Sie befestigt sich an das umliegende Gewebe entweder durch eine lockere Bindegewebslage (membr. submucosa) oder direkt.

*) Dem nachfolgenden Artikel liegen, abgesehen von den Arbeiten der darin citirten Autoren und den bekannten anatomischen und histologischen Lehrbüchern folgende von mir und meinen Schulern auf Grund unserer Untersuchungen verfasste Artikel zu Grunde: 1. Baum: Zur Lehre von der Struktur der Leberzellen, Sächs. Veterinärber. pro 1884 S. 164. 2. Derselbe: Zur Histologie der Leberzellen, ibidem pro 1885 S. 144. 3. Derselbe: Die Veränderungen der Leberzellen etc., Zeitschr. f. Thiermedicin, 12. Band S. 267. 4. Brade: Histologie des Schweinemagens, Sächs. Veterinärber. pro 1883. 5. Ellenberger: Histologie des Blinddarms, Archiv für wissenschaftl. und pract. Thierheilk. V. 6. Derselbe: Anatomie etc. des 3. Magens der Wiederkäuer, ibid Bd VII. 7. Derselbe: Die eosinophilen Kornchenzellen der Darmschleimhaut, ibid. Bd. XI. 8. Derselbe: Lehre von den Kernkörperchen, ibid. Bd. X. 9. Derselbe: Der histolog. Bau etc. der Speicheldrüsen des Pferdes, ibid. Bd. VII. 10. Derselbe: Die Functionen und Histologie der Speicheldrusen der Hausthiere, ibid. Bd. XI. 11. Derselbe: Der mikroskopische Bau der Magenschleimhaut etc. des Pferdes, ibid. Bd. IX. 12. Derselbe: Die Histologie der Darmschleimhaut in der Darmsaft, ibid. Bd. X. 13. Derselbe: Der mikroskopische Bau der Pancreasdrüse, ibid. Bd XI. Ellenberger u. Baum: über Leberzellen in: Erforschung der Lokalwirkungen der Arzneimittel, ibid. Bd. XIII. 14. Derselbe: Die Histologie der Magenschleimhaut der Schweine, ibid. Bd. XI. 15. Kuhn: Der histologische Bau der Gallenwege etc., Sächs. Veterinärber 1883. 16. Kunze u. Ellenberger: Bau der Mundhöhlendrüsen und Histologie des Vorderarms, Sächs. Veterinärber. 1884 17. Kunze: Histologie des Vorderdarms, Deutsche Zeitschr. f. Thiermedicin 1885. 18. Noack: Zur Anatomie und Histologie des 1. und 2. Magens der Wiederkäuer, Sächs. Veterinärber 1883. 19. Pauli: Zur mikroskopischen Anatomie des 4. Magens der Wiederkäuer, Archiv f. wissensch. u. prakt. Thierheilk. Bd: X. 20. Schaaf: Zur mikroskop. Anatomie des Darmkanals der Hausthiere, Sächs. Veterinärber. 1883.

Am grössten Theile des Darmkanals legt sich um das Schleimhautrohr ein nicht mit dem Skelet in Verbindung stehender Muskelschlauch (m. muscularis externa), der nur in der Mund- und Rachenhöhle fehlt und hier durch Skeletmuskeln vertreten wird. Das Muskelrohr wird nach aussen von einer serösen Haut, die aber der Mund-, Rachenhöhlen- und Schlundwand fehlt, umschlossen und mit dieser durch die Subserosa verbunden.

Die Schleimhaut, die überall Muskelelemente enthält und grössten Theils (mit Ausnahme der Mund- und Rachenhöhle) mit einem zusammenhängenden stratum musculare (membr. muscularis mucosae) versehen ist, lässt derartige regionäre Verschiedenheiten im Bau erkennen, dass man danach 2 Partien des Darmschlauchs unterscheiden kann. Die eine Partie desselben und zwar der morphologisch als Vorderdarm zu betrachtende Theil besitzt eine derbe, dicht gewebte, mit geschichtetem, oberflächlich verhorntem Plattenepithel bedeckte, keine Propria-, wohl aber meist Submucosa- und Anhangsdrüsen enthaltende Schleimhaut, während dem anderen Theile (Mittel- und Enddarm, mit Ausnahme des Endabschnittes des Rectum) eine weiche, mit Cylinderepithel bedeckte, mit Propriadrüsen ausgestattete, z. Th. cytogene Schleimhaut zukommt.

I. Der Vorderdarm.

Der Vorderdarm ist durch den cutanen Charakter seiner Schleimhaut (S. 235) ausgezeichnet und umfasst: die Mundhöhle, den Schlundkopf, den Schlund, die 3 Vormägen der Wiederkäuer und einen Theil des Pferde- und Schweinemagens. In die Höhle des Vorderdarms münden sehr viele Drüsen ein.

Drüsenfrei erweisen sich der Pansen, die Haube und der Psalter der Wiederkäuer, die Schlundpartie des Pferde- und Schweinemagens, der grösste Theil des Schlundes der Einhufer und Wiederkäuer, des Schweines und der Katze und einige Theile der Mundhöhle.

A. Die Drüsen des Vorderdarms.

Sie liegen in der Darmwand (Wanddrüsen) oder ausserhalb derselben. Im letzteren Falle bilden sie grosse Anhangsdrüsen mit verästelten Ausführungsgängen (Parotis, Submaxillaris aller und Sublingualis und Orbitalis einiger Hausthierarten). Im ersteren Falle finden sie sich niemals in, sondern entweder direkt unter der Propria mucosae (in der Submucosa oder im interstitiellen Bindegewebe der an ihrer Stelle vorhandenen Muskulatur) oder nach aussen von dieser. Sie treten entweder in Form vereinzelter, kleiner, einfacher Drüsen und Primärläppchen, die gesondert ausmünden oder in Form von grösseren, mit vielen Ausführungsgängen versehenen Haufen und Paketen solcher einfacher Drüsen und Primärläppchen auf.

Vereinzelt und in kleineren und zuweilen in grösseren Häufchen kommen die Drüsen in der Zunge und dem Schlundkopf aller und in dem harten Gaumen, der Backenschleimhaut, Zahnfleischwulst und Schlundschleimhaut

einiger Hausthierarten vor; in grossen Haufen finden sie sich in den Lippen und im Gaumensegel. Als grössere, drüsige Organe, die in der Wand der Mundhöhle, aber entfernt von der Schleimhaut liegen, können die Backen- und Unterzungendrüsen aufgefasst werden. Ausserhalb der Mundhöhlenwand liegen die Parotis und Submaxillaris. Das Secret aller in die Mundhöhle einmündenden Drüsen stellt die Mundflüssigkeit, den Speichel, dar Demnach können sie als Speicheldrüsen bezeichnet werden. Da aber einige derselben ein schleimiges, mucinhaltiges, andere ein mucinfreies, aber eiweisshaltiges Secret liefern, so muss man sie physiologisch in echte oder einfache Speichel- und Schleimspeicheldrüsen unterscheiden.

Bau (s. S. 241). Der Form der secernirenden Hohlräume nach kommen hier acinöse, tubulöse und tubulo-acinöse Drüsen vor.

Die grossen zusammengesetzten Drüsen sind den acinösen Drüsen zuzurechnen, wenngleich in denselben auch langgestreckte acini und vereinzelte tubuli vorkommen. Die kleineren Mundhöhlendrüsen nähern sich meist den tubulösen Formen; manche treten als Knäuel-, manche als tubulo-acinöse, manche aber auch als acinöse Drüsen auf. Mir will es scheinen, als ob sich die Schleimdrüsen mehr der tubulösen, die Eiweissdrüsen mehr der acinösen Formation zuneigten.

Um Wiederholungen zu vermeiden, schildern wir nachstehend nur die ruhenden, nicht die gereizten Drüsen und verweisen bezüglich ihrer Veränderung bei Thätigkeit und Reizung auf die Physiologie.

Der feinere Bau der secernirenden Hohlräume ist folgender: Jeder Hohlraum wird von einer hyalinen Basalmembran, an welche sich aussen meist Muskelelemente anschliessen, begrenzt. An dieser liegen nach aussen in vielen Drüsen verästelte, kernhaltige Zellen (Korbzellen), deren Fortsätze sich zu einem Geflecht (Korbgeflecht) verbinden (cf. S. 630 und Fig. 363 *b* u. *c*) oder zwischen die Drüsenzellen vorragen. Innen liegen der membrana propria die Drüsenzellen an. Nach der Beschaffenheit dieser theilt man nach Heidenhain die Drüsen ein in: 1. Eiweiss-, 2. Schleim-, 3. gemischte Drüsen.

Heidenhain zeigte, dass die Zellen der Schleim producirenden Drüsen anders beschaffen sind als die derjenigen, welche ein schleimfreies, eiweisshaltiges Secret liefern. Deshalb muss man zwischen mucigenen (Schleim-) und serösen (Eiweiss-) Zellen unterscheiden. Drüsen, welche nur Schleimzellen enthalten, nennt man Schleim- und die nur mit serösen Zellen ausgestatteten seröse oder Eiweissdrüsen. In manchen Drüsen kommen Alveolen mit serösen neben solchen mit Schleimzellen oder sogar Acini oder tubuli mit beiden Arten von Zellen vor. Diese 3. Drüsenart nennt man die der gemischten Drüsen.

1. Die **Schleimdrüsen.** Man muss 2 Arten derselben unterscheiden, nämlich solche ohne und solche mit Randzellkomplexen. *a*) Bei den Schleimdrüsen ohne Randzellen sind die Drüsenhohlräume mit einer Schicht von sog. Schleimzellen ausgekleidet. Diese erscheinen mehr oder weniger kegel- (resp. keulen-)förmig oder polygonal von Gestalt, sind scharf contourirt, durchsichtig, homogen, oder spärlich und matt gekörnt. Sie besitzen nach meiner Ansicht eine Seitenmembran und einen seitwärts gerichteten, der Membrana propria anliegenden Fuss und zuweilen 1—2 Fortsätze. Der Zellleib giebt die Mucinreaction

(trübt sich bei Anwendung von Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren, hellt sich bei Anwendung von verdünnten Alkalien auf etc.) und besteht, wie mir scheinen will, aus einem weitmaschigen, in der Nähe des Kerns engeren Fädchennetz, in dessen Maschen eine hyaline



Fig. 368. Alveole aus einer Schleimdrüse. (Die Körnung der Zellen ist zu dicht geworden).



Fig. 369. Durchschnitt durch eine Schleim-Drüse. Die Acini haben sich zum Theil zu Tubuli verlängert. Links oben ist ein querdurchschnittener Ausführungsgang sichtbar.

Substanz (Mucin) mit feinen Körnchen liegt. Der meist abgeplattete Kern liegt nahe der Membrana propria in der peripheren Zellpartie. Diese ist stärker gekörnt als die centrale Zellpartie und färbbar. Dadurch tritt an den Alveolen eine dunklere, färbbare, kernhaltige Randzone auf. β) Die Schleimdrüsen mit Randzellen besitzen ausser

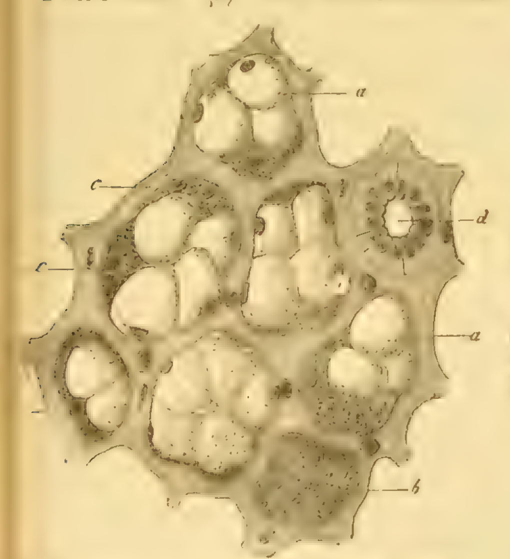


Fig. 370. Unterkieferdrüse des Hundes. Schleimzellen, *b* Protoplasmazellen, *c* Proto-asmazellen in Schleimumwandlung begriffen Gianuzzi'sche Halbmonde), *d* Querschnitt nes Ausführungskanälchens mit dem eigentlichen Zylinderepithel.



Fig. 371. Submaxillaris vom Pferd mit Alveolen mit und ohne Halbmonde.

den vorbeschriebenen Schleimsecretionszellen, die nur in soweit verschieden sind, als ihre periphere kernhaltige Partie nicht so stark gekörnt ist, noch eine zweite Zellart. Diese tritt in Form dunkler, dicht gekörnter, unregelmässig eckiger, leicht tingirbarer Zellen auf, welche die Eiweissreaction geben und nach aussen von den Schleimzellen, dicht an der membrana propria und zwar gewöhnlich gruppenweise zu 2—6 gelagert sind und dadurch die Randzellkomplexe Heidenhain's bilden. Am Acinusquerschnitt erscheinen diese Zellgruppen als gekörnte, sichelförmige, dunklere Gebilde (Halbmonde, lunulae Gianuzzi's), in welchen leicht mehrere Kerne, schwerer die Grenzen der sie componirenden Zellen zu sehen sind.

Die Randzellencomplexe sind von verschiedener Grösse; selten bestehen sie nur aus einer Zelle und erscheinen dann einkernig, in der Regel sind sie sichel-, zuweilen aber auch halbmondförmig; ausnahmsweise bilden sie auch einen geschlossenen Zellkranz rund um die Schleimzellen. In der Regel kommt jeder Alveole nur ein Halbmond zu; zuweilen treten aber auch 2 derselben auf, die sich dann wohl durch Fortsätze mit einander verbinden. Lawdowsky glaubt, dass die Randzellen Fortsätze zwischen die Schleimzellen senden. Die den Randzellencomplexen anliegenden Schleimzellen sind kernlos, eine für die Deutung der Halbmonde wichtige Thatsache! —

2. Die **Eiweissdrüsen.** Die Drüsenzellen haben eine cubische oder polyedrische oder dreieckige Gestalt; ihr Zellleib erscheint trübe, dicht und ganz gleichmässig gekörnt; er färbt sich leicht mit Carmin und anderen Farbstoffen und zeigt die Eiweissreaktionen, d. h. er hellt sich durch Essigsäure auf, trübt sich durch Mineralsäuren und färbt sich mit Salpetersäure beim Erwärmen gelb. Der Kern ist kugelig oder ellipsoid und liegt nicht so peripher wie in den Schleimdrüsen, oft sogar central. Derselbe soll häufig mit einem Fortsatze versehen sein (Pflüger, Kölliker, Boll, Gianuzzi); ich habe niemals einen solchen wahrgenommen. Die Zellmembran fehlt; deshalb grenzen sich die Zellen meist sehr undeutlich von einander ab. Im frischen Zustande sieht man gar keine Zellgrenzen. Zwischen den Zellen will man, zum Unterschiede von den Schleimdrüsen, Lücken beobachtet haben. Ich habe mich von dem Vorhandensein solcher nicht überzeugen können. Im Zellleib ist zuweilen ein Fädchennetz nachweisbar.



Fig. 372. Parotis vom Pferd. a) Ausführungsgang.

Die Entscheidung, ob eine Drüse eine Eiweiss- oder eine Schleimdrüse sei, ist oft sehr schwer und Irrthümer sind nicht ausgeschlossen, weil die thätigen, namentlich die ermüdeten Schleimdrüsen ohne Halbmonde fast ganz und gar den Eiweissdrüsen gleichen. Die Entscheidung wird am besten auf dem Wege der chemischen Untersuchung der Drüse oder ihrer Extrakte gewonnen.

3. Die **gemischten Drüsen.** In diesen bemerkt man Acini oder Tubuli mit Eiweiss- neben solchen mit Schleimzellen. Oft bildet jede Acinus-

art für sich Gruppen in Form von Läppchen. Es giebt aber auch Acini und Tubuli, in denen Eiweiss- und Schleimzellen gemeinschaftlich vorkommen.

Echte acinöse Eiweissdrüsen sind die Parotiden aller Haussäugethiere, die kleineren Eiweissdrüsen der Zungenschleimhaut (namentlich unter den papillae vallatae und foliatae, Ebner) und die untere Backendrüse der Wiederkäuer. Tubulöse, tubuloacinöse und gemischte Drüsenformen stellen alle anderen Mund-Drüsen dar. Echte Schleimdrüsen mit Halbmonden sind die Orbitaldrüse des Hundes, die Sublingualis des Pferdes, des Hundes, der Katze etc. Schleimdrüsen ohne Halbmonde sind die Oesophageal- und Pharyngealdrüsen, viele Drüschen der Mundschleimhaut, besonders die Drüsen am Zungengrunde (Weber), die Gaumen-, Lippen- und Backendrüsen. Die Halbmonde sind klein in der Sublingualis des Pferdes, des Rindes und Schweines, der Submaxillaris und Orbitalis des Hundes, gross in der Submaxillaris des Pferdes und der Katze, sehr gross in der Sublingualis des Schafs, der Katze und des Hundes. In Bezug auf die Drüsen der Zunge wiegen bei Rind, Schaf und Ziege die Eiweissdrüsen bedeutend vor, weniger ist dies beim Pferde und Schwein, noch weniger beim Hunde der Fall; bei der Katze überwiegen die Schleimdrüsen.

Die **Ausführungsgänge** muss man unterscheiden in diejenigen der kleineren und diejenigen der grossen zusammengesetzten Drüsen. Die ersteren bestehen aus einer einfachen Membrana propria, der ein oft stäbchenartig differenzirtes Cylinderepithel aufsitzt, welches an der Ausmündung in geschichtetes Plattenepithel übergeht.

An den Ausführungsgängen der grossen Drüsen unterscheidet man die Gänge erster (Schaltstücke [Ebner]), zweiter (Speichelröhren) und dritter Ordnung (Gänge).

Nach einfacher Verästelung des Hauptstammes tritt in jeden Lobus ein Gang ein und theilt sich dichotomisch bis an die primären Läppchen. Soweit spricht man von eigentlichen Gängen.

An jedes primäre Läppchen tritt ein feiner Kanal (Speichelröhre) als Stiel desselben und verästelt sich in demselben bis zu den mit den acini endenden Endästchen. Während die Aeste des Röhrchens, die ziemlich gleiche Weite haben, noch Speichelröhren heissen, werden die Endzweige, d. h. die Verbindungen der Röhren mit den Alveolen, Schaltstücke genannt. Die Endästchen gehen meist in einzelne oder in Gruppen von Säckchen oder Schläuchen aus. Sie bilden eigentlich nur den offenen, sich etwas verlängernden und unter Umständen ein kurzes Kanälchen darstellenden Hals der Alveole und entspringen einzeln (Parotis) oder doldenartig (Sublingualis, Submaxillaris) aus den Röhren.

Die Schaltstücke bestehen aus der hyalinen Acinuswand und einem Epithelbelag, der sich aus dachziegelförmig einander deckenden, spindelförmigen Zellen zusammensetzt.

Letztere sollen noch in den Acinus (centroacinäre Zellen) wie der Stiel in einen Apfel (Boll, Ebner) hineinragen, eine Angabe, der ich nicht zustimme. Sie sollen auch Fortsätze absenden, die sich mit den Lunulafortsätzen verbinden.

In den Speichelröhren, die eine dünne, wenig elastische Fasern enthaltende, hyaline Membrana propria besitzen, findet man ein echtes Stäbchenepithel (Henle, Pflüger, Heidenhain), dessen sehr schmale Zellen unter einander fest zusammenhalten, sich aber leicht von der Wand ablösen.

Der rundliche oder ovale Kern liegt im schmalen inneren granulirten Theile der nur peripher stäbchenartig differenzirten Zelle. Zwischen denselben bemerkt man hier und da längliche ovale Kerne. Die Stäbchendifferenzirung ist in den Schleimspeicheldrüsen deutlicher als in den Eiweissspeicheldrüsen. In den engsten Röhren werden diese Zellen platt, ja sogar spindelförmig, während in den weiteren Gängen die Zellen höher werden und eine breitere, längsgestrichelte Innenzone bekommen. Die rundlichen Kerne liegen nahe der Zellenbasis im Granulirten. Unter den Zellen findet sich noch eine Protoplasmaschicht mit rundlichen Kernen. Zwischen den Schaltstücken und den mit Stäbchenepithel ausgekleideten Röhren soll noch ein Abschnitt mit polyedrischen, nicht gestreiften Zellen eingefügt sein (Klein).

Die grossen Gänge besitzen eine, viel elastische Fasern und Bündel von Muskelfasern enthaltende bindegewebige Mucosa mit einem ein- oder mehrschichtigen Cylinderepithel, das an der Mündungsstelle in geschichtetes Plattenepithel übergeht, und eine lockere Adventitia. Die Aeste der mittleren Gänge haben dünnere Wände und ein niedriges, stets einschichtiges (cubisches) Epithel. Das ganze Gangsystem, dessen kleinere Aeste meist geschlängelt verlaufen, ist von lockerem Bindegewebe umgeben, in welchem sich die Blutgefässe befinden, welche die Gänge mit Blut versorgen.

Das **Stroma**, die **Gefässe** und **Nerven** der Speicheldrüsen zeigen die bekannte Anordnung.

Ersteres bildet eine Kapsel um die Drüsen (aus concentrischen Bindegewebshäuten) und ein bindegewebiges Balkenwerk mit elastischen Fasern. Es ist oft sehr zellreich und erscheint ausnahmsweise sogar cytogen. Plasma- und Körnchenzellen kommen oft in der Nähe der Blutgefässe vor. Auch finden sich in dem Stroma Muskelzellen und Fettgewebe. Zwischen den Alveolen ist das Stroma sehr spärlich vertreten und bildet dünne periacinöse Kapseln, in denen contractile Elemente vorkommen. Die Menge des Bindegewebes ist in den einzelnen Drüsen sehr verschieden.

Die **Blutgefässe.** Die ernährenden Capillarnetze liegen in der Wand der Ausführungsgänge dicht unter dem Epithel und in dem interstitiellen Gewebe, die functionellen in der Scheide der Alveolen resp. in dem perialveolären Lymphraume. Die ersteren entspringen von den interlobulären, die letzteren von den intralobulären Gefässen. Die Venen sind gemeinsam und vereinigen sich rasch zu grösseren Stämmen und verlaufen mit den Gängen. Das **Lymphgefässsystem** beginnt mit perialveolären Räumen, mit Spalten im interlobulären und interacinösen Gewebe und mit perivasculären Höhlen. Seine Gefässe verlaufen zum Theil mit den Blutgefässen, zum Theil an den Ausführungsgängen. Die **Nerven** verästeln sich mit den Gängen und bilden Geflechte mit **Ganglien.** Sie treten mit ihren meist marklosen, interlobulären Endästchen an die Alveolen heran. Das weitere Verhalten ist unbekannt. — Pflüger nimmt an, dass die Nerven in die Secretionszellen selbst eindringen. Er lässt sie mit nervösen Fortsatzzellen die von anderen Forschern als Bindegewebszellen aufgefasst werden, in Verbindung treten und mit, resp. in den Drüsenzellen enden. Mir erscheint die Pflüger'sche Anschauung nicht unwahrscheinlich. Ich habe öfter Fortsatzzellen gesehen, an denen eine Drüsenzelle hing, und die einen längeren Fortsatz besassen, der wohl als Nervenfaden aufgefasst werden konnte.

Specielles. A. Die **Munddrüsen.** 1. Die Parotis ist eine zusammengesetzte acinöse Eiweissspeicheldrüse mit nur einer Art secernirender Drüsenzellen, also ohne

Randzellenkomplexe. Die membranlosen Drüsenzellen bestehen aus einem dichten, äusserst zartfaserigen Fädchennetz und einer feinkörnigen Zwischenmasse und grenzen sich nicht scharf von einander ab. Das interacinöse Gewebe enthält contractile Elemente. Beim Hunde trifft man in der Parotis auch längliche Hohlräume mit Schleimzellen und vereinzelt auch Randzellencomplexe an. Auch in den gewöhnlichen Acini der Parotis kommen bei manchen Hunden helle, schleimig erscheinende Zellen vor. Meist aber ist die Hundeparotis eine reine Eiweissdrüse. Dem entsprechend ist auch das Parotidenextract des Hundes meist schleimfrei, zuweilen aber auch mucinhaltig. Dem extraglandulären Theile des Stenson'schen Ganges vom Schwein und Hund liegen zuweilen kleine Drüsenläppchen an (parotides accessoriae).

2. Die Sublingualis aller in Betracht kommenden Thiere und 3. die Orbitalis des Hundes lassen den Charakter der echten Schleimdrüse mit Halbmonden erkennen. Beim Schwein und den Fleischfressern kommen in der Sublingualis seröse Läppchen vor. Der Ausführungsgang der Orbitalis enthält kleine acinöse Drüschen. Die als glandulae alveolinguales bezeichneten Drüsenabschnitte (Wiederkäuer, Schwein, Pferd) besitzen in der Regel keine Halbmonde.

4. Die Submaxillaris ist eine gemischte Drüse mit länglich ovalen Alveolen und vereinzelt vorkommenden schlauchartigen Hohlräumen. Die Hohlräume sind zum grösseren Theile mit Schleimdrüsenzellen ausgekleidet und enthalten Halbmondbildungen, die beim Pferde und der Katze sehr gross, beim Hunde klein, beim Schweine gross und zahlreich sind und oft rundum laufen. Vereinzelt kommen zwischen den Schleimzellen auch Eiweisszellen vor. Ausserdem sind Gruppen von Drüsenhohlräumen ganz und gar mit Eiweisszellen ausgestattet. Sie enthält bei manchen Thierarten z. B. der Katze fast ebensoviel Acini mit serösem als solche mit Schleimepithel. Die verschiedenartigen Alveolen liegen immer gruppenweise zusammen. Das Zwischengewebe enthält Muskelelemente und bei den Wiederkäuern auch begrenzte Partien cytogenen Gewebes. In der Nähe des Hauptausführungsganges nimmt die Drüse den tubulösen Charakter an. Die Tubuli sind mit Schleimzellen versehen, enthalten aber keine Randzellencomplexe. Die Streifung des Epithels ist in den Speichelröhren der Katze nicht vorhanden, beim Hunde und Schweine undeutlich, beim Schaf und Rind dagegen sehr scharf ausgeprägt. In dem Wharton'schen Gange kommt Muskulatur vor. Das Epithel der grossen Gänge ist fast durchgängig zweischichtig. Die Nerven derselben liegen sehr dicht unter dem Epithel, ebenso die zahlreichen Gefässe. Nach Ranvier ist die Drüse und der Gang oft gespalten. Der kleinere laterale Theil heisst die Retrolingualdrüse und kommt bei Hund, Katze und Schwein vor.

5. Die Backendrüsen sind beim Pferd und Schwein Schleimdrüsen ohne, bei den Hunden mit Halbmonden, die unteren Backendrüsen der Wiederkäuer sind Eiweiss-, die oberen des Schafes gemischte und die oberen des Rindes Schleimdrüsen.

6. Die Gaumen- und 7. die Lippendrüsen sind Schleimdrüsen. Ihre Zellen lassen, wie die Schleim-Backendrüsen einzelner Thierarten, eine innere hyaline, achromatische und eine äussere dunklere, trübe, chromatophile Zone erkennen, so dass bei Färbungen die Randzone der Acini und Tubuli gefärbt, die Innenzone ungefärbt erscheint. In den Lippendrüsen und den unteren Backendrüsen vom Pferde kommen zuweilen Halbmondbildungen vor.

8. Die einzeln auftretenden oder zu Paketen vereinigten Drüsen der Mundschleimhaut bestehen, wenn sie sich nicht, was selten ist, zu zusammengesetzten Drüsen vereinigen, aus einem Ausführungsgange und einem Drüsenkörper, der entweder ein Drüsen-Läppchen mit rundlichen oder ovalen und länglichen, selbst schlauch-

artigen Alveolen oder einen Knäuel von Tubuli darstellt, oder in der Weise gebildet ist, dass seine Tubuli mit acinösen Auftreibungen versehen sind. Der Ausführungsgang verästelt sich meist wie die Speichelrohren der grösseren Drüsen. Sein Epithel lässt die stäbchenartige Differenzirung gar nicht oder nur unvollkommen erkennen. Das Drüsenepithel besteht entweder aus Schleimdrüsen- oder Eiweissdrüsenzellen. Halbmonde kommen nicht vor. Das Epithel der Gänge ist von dem der Drüse deutlich unterschieden. Die Gänge besitzen kleinere, niedrigere, leicht färbbare, die Drüsenhohlräume der Schleimdrüsen grosse, cylindrische, glashelle und nicht färbbare Zellen.

B. Die **Drüsen der Rachenhöhle, des Schlundkopfes und des Schlundes** stellen tubulo-acinöse Schleimdrüsen dar, sind den Wanddrüsen der Mundhöhle durchaus ähnlich und besitzen keine Randzellenkomplexe.

B. Die Mundhöhle.

Allgemeines. Die Wand der Mundhöhle wird durch die Schleimhaut, Muskulatur, Knochen und die äussere Haut gebildet. Zu ihr gehören ausserdem die Mundhöhlendrüsen und die Zähne. Ueber den Bau der cutanen **Mundhöhlenschleimhaut**, die bei einzelnen Thieren stellenweise pigmentirt ist, gilt folgendes Allgemeine: Sie besitzt keine muscularis mucosae, so dass man an ihr nur die Propria, das Epithel und die Submucosa zu betrachten hat. An einigen Stellen der Mundhöhle bildet sie makroskopische Papillen von verschiedener Gestalt und Grösse (s. S. 236 und Fig. 154—156).

Ein Theil dieser Gebilde ist mit einer festen dicken Hornschicht hut- und mantelartig bedeckt, dient der Schleimhaut zum Schutz und unterstützt, weil ihre freien Enden nach hinten sehen, die Bewegung des Futters. Ein anderer Theil der Papillen übernimmt sensorielle Funktionen, namentlich die Vermittelung des Geschmackes (Papillae fungiformes, vallatae et foliatae).

1. Die **Propria mucosae** besitzt eine verschiedene Dicke und ist am dicksten am harten Gaumen und am Zungenrücken. Sie besteht

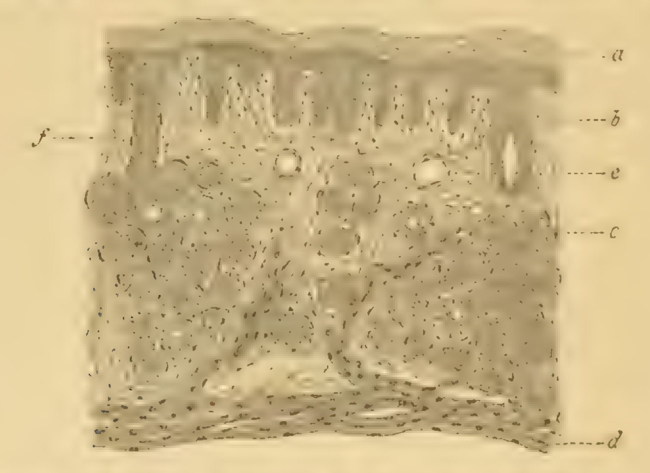


Fig. 373. Schnitt aus dem Zungengrunde des Schweines. *a* Epithel, *b* Drüsenausführungsgang, *c* Drüsen in der Submucosa, *d* Muskulatur, *e* ein Blutgefäss, *f* Propria.

wesentlich aus fibrillärem, meist dicht verfilztem, elastische Fasern ent-

haltendem Bindegewebe, dessen faserige Struktur gegen das Epithel hin undeutlicher wird, so dass die Schleimhaut hier fast homogen erscheint. Sie bildet mikroskopische, dicht stehende Papillen (Fig. 154 S. 236. Schleimhaut des harten Gaumens einer Kuh), deren Form und Grösse nach den Regionen der Mundhöhle verschieden sind.

Sie sind besonders hoch am Lippenrande und am Zahnfleische und gehen hier oft in eine doppelte Spitze aus (Zwillingspapillen); am niedrigsten sind sie an den makroskopischen Papillen und den Schleimhautduplicaturen.

In dem Propriagewebe kommen keine Drüsen vor. Lymphfollikel finden sich in demselben besonders am Gaumensegel, am Zungengrund, an den Tonsillen und den Papillae foliatae.

2. Das **Epithel** besitzt regionär eine verschiedene Dicke, überzieht die Papillen (suprapapillares Epithel) und füllt die Vertiefungen zwischen denselben aus (interpapillare Epithelzapfen).

Seine **Schichtung** ist folgende (Fig. 49 S. 114): Auf dem Schleimhautgewebe sitzen jugendliche, membranlose, mit activem Kern versehene und an der Basalfläche zackige Protoblasten, welche gegen die Papillenbasis hin eine cylindrische, gegen die Papillenspitze eine mehr rundliche Gestalt haben. Dieser Protoblastenschicht folgt 2. die interpapilläre Riffzellschicht, die aus polygonalen Riffzellen besteht und sich auch noch über die Papillen hinwegzieht. Beide Schichten enthalten Wanderzellen. Ihnen folgt 3. eine über den Papillen liegende, dünne Zellschicht, welche aus platten, spindelförmigen, mit der Längsaxe quer zur Höhenaxe der Papillen gelagerten, gekörnten Zellen besteht. In dieser leicht streifig erscheinenden Spindelzellschicht (Stratum granulosum der Cutis) ist der Kern geschrumpft und zum Theil verschwunden. Ihr folgt 4. die suprapapillare, faserig erscheinende Hornschicht, die aus mehr oder weniger verhornten, meist unter einander verklebten, schüppchenartigen Zellen besteht. Zwischen der Hornschicht und der Spindelzellschicht markirt sich an einigen Theilen (Nasenspiegel) ein stratum lucidum.

Stärke des Epithels. Dasselbe ist an denjenigen Stellen am stärksten und am meisten verhornt, welche groben, mechanischen Eingriffen (durch die rauhe Nahrung und dergl.) am meisten ausgesetzt sind (an der Zahnplatte der Wiederkäuer, am Zungenrücken, an der Backenschleimhaut, dem harten Gaumen, den Lippen und an den papillären Vorsprüngen der Maulschleimhaut), und am schwächsten und weichsten an denjenigen Partien, welche nur von den bereits mehr oder weniger zerkleinerten, angefeuchteten, schlüpfrigen Nahrungsmitteln berührt werden und groben Einwirkungen ganz entzogen sind (Seitenflächen der Zunge, Zungenbändchen, Zungengrund, Boden der Mundhöhle, weicher Gaumen).

3. Die **Submucosa** ist an den meisten Stellen sehr wenig ausgebildet und hebt sich von der Mucosa niemals scharf ab.

An manchen Stellen der Mundhöhle, namentlich an den Lippen und der Zunge liegen Bündel quergestreifter Muskelfasern so nahe an der Propria (ja ragen sogar in diese hinein), dass man wohl von einem Fehlen der Submucosa sprechen kann. Das Bindegewebe der Propria geht direct in das intermuskuläre Bindegewebe über.

In der Submucosa oder dem intermuskulären Bindegewebe finden sich an vielen Stellen der Maulhöhle Drüsen (gl. labiales, buccales, palatinae etc.), welche bei schwachen Vergrösserungen acinös erscheinen,

wie nebenstehende Figur zeigt, die aber thatsächlich tubulo-acinöse Drüsen sind. Sie wurden früher sammtlich als Schleimdrüsen bezeichnet. Thatsächlich gehören sie zum Theile diesen, zum Theile den Eiweissdrüsen an. Drüsenfrei ist nur das Zahnfleisch und der harte Gaumen einiger Thierarten.


Fig. 374. Drüsen der Mundhöhle bei ganz schwacher Vergrösserung (Frey).

Die **Blutgefässe** und **Lymphgefässe** verhalten sich so, wie in cutanen Häuten überhaupt. Man unterscheidet ein tieferes, grobes Gefässnetz in der Submucosa und ein oberflächliches, engmaschiges in der Propria mucosae. Aus letzterem treten kleine Zweige in die Papillen, in denen sie je nach deren Grösse Schlingen oder Capillarnetze bilden.

An **Nerven** ist die Mundschleimhaut verhältnissmässig reich. In der Submucosa findet man Nervennetze, von denen aus Aeste in die Propria eintreten und, sich verzweigend, gegen das Epithel hin verlaufen. Sie enden mit besonderen Endapparaten in der Propria mucosae oder im Epithel, oder in oder mit Zellen (Tastzellen) oder intercellulär.

Specielles. 1. Die **Lippen**. Die Grundlage der Lippen wird durch Muskulatur, Sehnen und Bindegewebe gebildet. Auf dieser liegt aussen das Integument und innen eine Schleimhaut. Ersteres geht am Lippenrande, ein Uebergangsepithel bildend, in letztere, und zwar derart über, dass sich das Hautpigment (das sowohl in Wander- als in den tieferen Epithelzellen vorkommt) allmählig verliert, dass die Haare und Hautdrüsen verschwinden und dass die Papillen höher und das Epithel stärker wird. Auf beide Hautoberflächen münden Drüsen aus. Die Lippen sind ausser an Blutgefässen besonders reich an Nerven und Nervenendapparaten.

Ausser freien Endungen im Epithel findet man: 1. Tastzellen reichlich im Epithel des Rüssels des Schweines (Merkel, Bonnet), in den Lippen von Hund, Schaf, Rind, weniger in den Lippen des Pferdes und der Katze, 2. Endkolben in der Cutis und der Mucosa der Lippen bei allen Thieren, 3. zusammengesetzte Endkolben und Nervenknäuel in der Pferdelippe (Bonnet).

a) Die **Schleimhaut**. Ihr Epithel, welches gegen den Lippenrand hin noch Pigment enthält, ist beim Pferd und Schwein am Lippenrande am schwächsten und nimmt nach innen bedeutend an Stärke zu. Bei den Wiederkäuern ist es am Lippenrande am stärksten, bildet daselbst stark verhornte Epithelzapfen und nimmt nach beiden Seiten ab.

Der Papillarkörper ist stark entwickelt. Die Papillen nehmen nach innen an Grösse zu; erst nahe am Zahnfleisch werden sie seltener und niedriger. Beim Pferde sind nahe am Lippenrande (an dem an Nerven reichen, mit hohem Epithel ausgestatteten Uebergangstheil) sehr lange, an der Basis zu Gruppen von 4—5 verschmolzene Papillen zugegen. Beim Rinde ist die Schleimhaut der Lippe zum grössten Theile mit makroskopischen Papillen versehen, während der Zahnhohlenrand der Unterlippe glatt ist; an letzterer findet sich nach aussen vom Lippenrand ein papillen-

reicher, haarloser, an Nervenendigungen reicher Raum. Am Lippenrande kommen warzenähnliche Bildungen vor. Das Schaf besitzt am Lippenrande eine einfache oder doppelte Reihe rundlicher Papillen. Die Lippenschleimhaut der Fleischfresser ist oft pigmentirt und an der Unterlippe mit zackigen Randvorragungen versehen. Am Lippenbändchen dieser Thiere sind Schleimhaut und Epithel dünn und die Papillen klein und selten.

Im submucösen und interstitiellen Gewebe der Lippenmuskulatur liegen die Lippendrüsen. Beim Pferde kommt an der Oberlippe ausser einem etwas vom Lippenrande entfernten, starken Drüsenlager noch ein starkes Drüsenpaket in den Lippenwinkeln vor, welches bis zu den Backendrüsen reicht. In der Unterlippe sind die Drüsen weniger zahlreich; aber auch hier liegt ein Drüsenpaket in den Lippenwinkeln. Beim Rinde häufen sich die Lippendrüsen besonders gegen die Lippenwinkel an; bei Schaf und Ziege bilden sie ein gleichförmig starkes Lager in der Oberlippe und kommen nur sparsam in der Unterlippe vor. Beim Schwein und den Fleischfressern treten die Lippendrüsen nur zerstreut und in kleinen Häufchen, aber besonders an den Lippenwinkeln auf. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen bestehen aus einer dünnen, bindegewebigen Membran und einem einschichtigen Cylinderepithel, welches gegen die Mündung, die sich an kleinen Hügelchen befindet, zu einem geschichteten Plattenepithel wird.

b) Die **Integumentplatte** der Lippen zeigt im Allgemeinen den Bau des Integuments; nur besitzt sie weniger Haare, darunter aber meist Spürhaare, keine Subcutis, aber einen gut ausgebildeten Papillarkörper. Beim Rinde bildet sie das Flotzmaul, bei den andern Wiederkäuern und den Fleischfressern einen kleineren Nasenspiegel und beim Schweine die Rüsselhaut. 1. Das **Flotzmaul** des

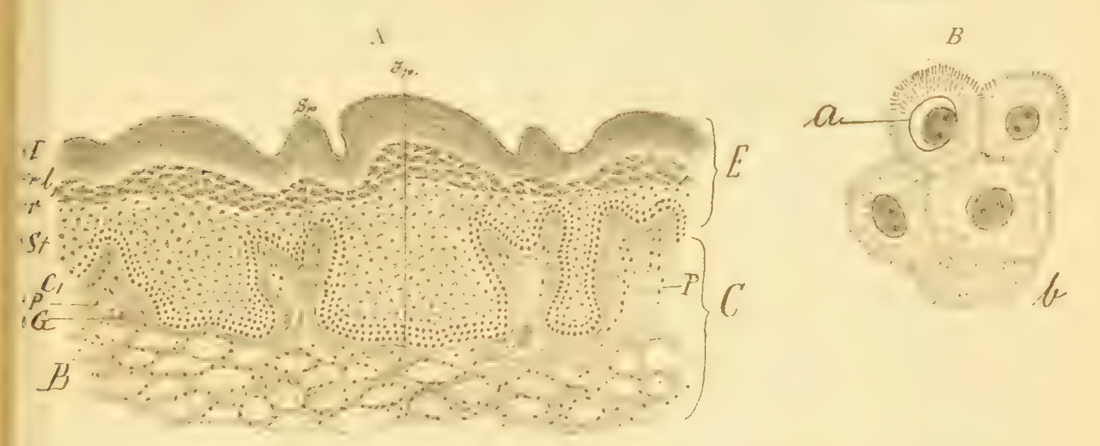


Fig. 375. (s. S. 385.) Senkrechter Schnitt durch den Nasenspiegel der Katze. Vergr. ca. 70. E = Epidermis, C = Cutis, P = Papillarkörper, B = Bindegewebsbalken der Pars reticularis, G = Gefässquerschnitte.

Rindes besitzt ein sehr dickes, pigmenthaltiges Plattenepithel, welches dadurch, dass es oberflächlich von typisch verlaufenden Furchen durchsetzt wird, gefeldert erscheint und hohe schmale Papillen. Unter ihr liegt eine Schicht der zusammengesetzten tubulo-acinösen Flotzmauldrüsen, die den Eiweissdrüsen zuzuzählen sind. Ihre verästelten Ausführungsgänge münden zu 2—4 gemeinschaftlich in grubenartigen, mit blossem Auge sichtbaren Öffnungen aus. Das Epithel derselben ist gegen die Mündung stark pigmentirt. Durch sehnige Septen, die von der die Drüse umgebenden

Bindegewebsscheide entspringen, wird die Drüsenmasse in Lappen abgetheilt. Unter derselben liegt ein grobes, sehniges Geflecht mit Muskelbündeln, welche sich zwischen die Drüsen erstrecken. 2. Der haarfreie **Nasenspiegel** von Schaf, Ziege, Hund und Katze enthält zusammengesetzte tubulose Eiweissdrüsen, die aber spärlicher vorhanden sind als die Flotzmauldrüsen. Flotzmaul und Nasenspiegel sind reich an Nerven, die mit Tastzellen, Endkolben (Zybulsky) und frei enden 3. Die Haut der **Rüsselscheibe** des Schweines ist mit vereinzelten, kurzen Haaren besetzt und besitzt ein starkes Epithel. Auf ihr münden, z. Th. mit Gruben, grosse, gewaltige, seröse Knäueldrüsen aus, die bis zwischen die Muskelbündel reichen. Im Rüssel sind zahlreiche Nerven, viele Tastzellen, Tastkörperchen resp. Tastmenisken (Merckel, Bonnet), viel freie Nervenendigungen und die Nervenendapparate der Spürhaare (Bonnet) nachzuweisen. Am Nasenspiegel, Flotzmaul und Rüsselscheibe kommen oft sog. getheilte Papillen, an dem der Katze auch kornartige Epithelerhebungen vor.

2. Das **Zahnfleisch** ist bei allen Thieren, namentlich wegen des sehnigen Baues der Submucosa, derb und fest.


Fig. 376. Papille vom Zahnfleisch (Frey).

Es besteht aus festen, derben Faserzügen, die sich direct mit den Bündeln des Periosts verbinden und z. Th. von rechts nach links, z. Th. von vorn nach hinten und z Th. vertical verlaufen und sich fest zusammenfügen. Der Papillarkörper ist meist schwach entwickelt, bei Rindern und Schafen sind die Papillen jedoch zuweilen gross und z. Th. keulenförmig und mit Nervenknäueln versehen. Auch finden sich Ganglien in dem Zahnfleische aller Thiere. Drüsen und Follikel kommen nur bei den Wiederkäuern vor. Die sog. Zahnfleischwulst besitzt einen hohen Papillarkörper, ein z. Th. sehr dickes Epithel und Haufen tubulo-acinöser Schleimdrüsen.

3. Die **Backenschleimhaut** besitzt eine dicke Epithellage und einen stark entwickelten Papillarkörper, dessen Papillen oft getheilt sind.

In ihrem Epithel kommen knospenartige Körper zerstreut vor. Bei den Wiederkäuern findet man an der Backenschleimhaut makroskopische, nach hinten gerichtete, spitz zulaufende, mit einer Hornspitze und einem Hornmantel versehene (cf. Fig. 236 S. 392 Hornmantel) und mit einem Papillarkörper ausgestattete Papillen (vergl. Fig. 151 Papille von der unteren Zungenfläche). Beim Schwein, Pferd, Hund und Katze ist die Backenschleimhaut drüsenlos und bei den Fleischfressern oft pigmentirt, bei den Wiederkäuern kommen submucös vereinzelte, tubulo-acinöse Schleimdrüsen vor. Beim Hund ist das Epithel an vielen Stellen pigmentirt.

4. Die **Schleimhaut des harten Gaumens** (Gaumendach) (Fig. 154 S. 236) ist derb und fest und beim Hunde meist pigmentirt.

In der gut entwickelten Submucosa, welche, namentlich seitwärts auch Fettgewebe enthält, findet man ein klappenloses, oben einfaches, unten, gegen die Schneidezähne hin 4—5fach geschichtetes Venennetz, welches eine Art Schwellkörper bildet,

welcher die wesentliche Grundlage der Staffeln darstellt. Das Epithel ist in den oberen Lagen stark verhornt, und zwar besonders am Schneidezahnrande (der sog. Zahnplatte) der Wiederkäuer, woselbst die starke Verhornung eine Art Ersatz für die fehlenden Schneidezähne bietet. Der Papillarkörper ist gut entwickelt. Die Papillen stehen in Büscheln und tragen dadurch zur Bildung der Gaumenstaffeln bei, dass sie in Querreihen hinter einander stehen und auf der Höhe der Staffeln am höchsten und in den Gaumenfurchen am niedrigsten sind. Wo die Papillen am höchsten sind, ist auch die Schleimhaut am stärksten. Beim Hunde sind medianwärts pigmentirte rundliche Papillen konstatirt worden. Beim Pferd, Schwein, Hund und Katze ist die Gaumenschleimhaut drüsenlos, bei den Wiederkäuern finden sich (besonders reichlich im oberen Theile, aber vereinzelt auch in der Zahnplatte) tubulo-acinose Drüsen. Sie münden gewöhnlich in den Thälern des Gaumens aus. Beim Schweine trifft man vereinzelte Lymphfollikel in der Schleimhaut an.

Das Gaumendach ist sehr reich an Nerven; diese bilden Geflechte und enden frei im Epithel oder mit Tastzellen (meist auf, beim Schweine auch zwischen den Staffeln) oder auch in knospenartigen Gebilden oder mit Nervenknäueln (Schwein).

5. Der **weiche Gaumen.** Das Gaumensegel erhält seine Grundlage durch Muskulatur und Bindegewebe und wird gegen die Mundhöhle hin von einer cutanen Schleimhaut mit gut entwickeltem Papillarkörper, gegen die Rachenhöhle hin von einer cytogenen, papillenfreien Schleimhaut, die mit flimmerndem Cylinderepithel bekleidet ist (cf. Respirationsorgane), überzogen.

Der freie Rand des Gaumensegels ist beiderseits mit mehrschichtigem Epithel bedeckt, indem das geschichtete Plattenepithel nach hinten allmählich in geschichtetes Cylinderepithel übergeht. Er besitzt einen niedrigen Papillarkorper und beim Rinde zahlreiche, bei den übrigen Thieren weniger Lymphfollikel. Der Uebergang vom harten zum weichen Gaumen erfolgt derart, dass die Papillen seltener und kleiner (ausgenommen Schwein) und das Epithel um die Hälfte dünner wird. Unter dem Papillarkorper liegt stellenweise cytogenes, zum Theil gesonderte Follikel bildendes Gewebe; oft bestehen auch die Papillen aus demselben und sind dann unregelmässig gestaltet. Beim Schweine ist das Gaumensegel so reich an Lymphfollikeln, dass sie 2 grosse seitliche, medianwärts zusammenstossende Platten, die Gaumenmandeln, bilden (Leisering). Bei den übrigen Thieren kommen meist nur solitäre oder vereinzelte kleinere Haufen von Follikeln vor. Beim Schweine treten seitlich noch Balgdrüsen auf. Im Gaumensegel findet sich eine aus tubulo-acinosen Drüsen bestehende Drüsenschicht, die bei den Wiederkäuern in die Muskulatur hineinreicht und beim Schweine neben und unter den Gaumenmandeln liegt. Sie gehören den Schleim-, beim Schaf zum Theil den serösen Drüsen an. Die Ausführungsgänge münden theils schräg, theils senkrecht nach vorheriger ampullen- oder sinusartiger Erweiterung und sind mit hohem Cylinderepithel ausgekleidet. Gefässe und Nerven sind zahlreich vertreten. Letztere enden im Epithel in Tastzellen oder frei oder in Geschmacksknospen. Am freien Rande findet man kugelige und ovale Endknospen, die oft in der Tiefe der Papillen liegen, und Geschmacksbecher (namentlich zahlreich bei Rind und Schaf).

6. Der **Boden** der Mundhöhle zeigt keine Besonderheiten; seine Propria mucosae ist drüsenfrei.

7. Die **Zunge.** *) Die Grundlage der Zunge wird durch Muskulatur gebildet, welche von der Mundschleimhaut überzogen ist.

*) Vergl. Csokor, Das Geschmacksorgan. Vierteljahresschrift für Thierheilkunde Band LXII Heft 2.

Die Anordnung der **Zungenmuskulatur** wird in der Anatomie beschrieben. Mikroscopisch ist beachtenswerth, dass die Querstreifen der Muskelfasern der Zunge dünn, ihre Kästchen niedrig und ihre Enden nicht selten in mehrere Aeste gespalten sind. Vereinzelte Fasern strahlen in das Schleimhautgewebe aus.

Die **Zungenschleimhaut** ist am dicksten und derbsten am Zungenrücken, am dünnsten und weichsten an der unteren Zungenfläche. Ihre Propria besteht aus dicht verfilztem, zellreichem Bindegewebe und besitzt durchgehends einen mikroskopischen — am Zungengrunde des Schweines, an dem Zungenbändchen und der unteren Zungenfläche mangelhaft und unregelmässig entwickelten — Papillarkörper. Die untere Zungenfläche ist glatt und nur gegen die Ränder mit kleinen, beim Rinde am Mittelstück mit einigen grossen, reihenartig am Rand des sog. Zungenbändchens stehenden, den Backenwarzen ähnlichen Warzen versehen (cf. Fig. 151 Papille von der unteren Zungenfläche des Rindes).

Das **Zungenepithel** enthält vereinzelte oder in Gruppen stehende, oder zu besonderen Bildungen vereinigte Neuroepithelien und besteht von unten nach oben aus einer grosskernigen Riffzellschicht, einer Schicht glattrandiger Zellen, einer Zone von Zellen mit Fettkörnchen und endlich einer Hornschicht. Es ist am stärksten am Zungenrücken und der Zungenspitze. Die verhornten Schichten bilden vielfach auf den makroskopischen Papillen scharfe, zahnartige Bildungen (Epidermoidalzähne). An der Zungenspitze, woselbst die Papillen spärlich sind, kommen colossale Epithelbuchten und büschelförmige Papillencomplexe vor.

Die **Submucosa** besteht aus einem Geflecht von Bindegewebsbalken, das an den meisten Stellen derb und fest und dicht mit der Muskulatur verbunden ist. An der unteren und der Seitenfläche der Zunge und am Zungengrunde ist eine lockere Submucosa vorhanden.

Besondere Bildungen der Zunge sind: der Zungenrückenknorpel, die Lyssa der Carnivoren, die Zungenwulst der Wiederkäuer, die Zungenpapillen, die Zungendrüsen, die Lymphfollikel und follikulären Bildungen der Zunge.

a) Der **Zungenrückenknorpel** wird von der Zungenschleimhaut mit Einschluss der Submucosa gebildet.

Diese den Wiederkäuern fehlende, derbe Bindegewebsplatte kommt zu Stande durch ein festes Zusammenfügen der in den verschiedensten Richtungen verlaufenden Faserbündel und enthält an einzelnen Stellen kleine Hohlräume mit Fettgewebe und zuweilen auch umkapselte Knorpelzellen.

b) Die **Lyssa** ist ein durch eine fibröse Hülle begrenzter Fettkörper, der ein rudimentärer Muskel zu sein scheint (Dietl.).

Sie besteht bei der Katze aus Fettgewebe und vereinzelten Muskelfasern und ist beim Hunde meist durch eine feine Querscheidewand in einen oberen, quergestreifte Muskelfasern, und einen unteren, Fettgewebe und wenig Muskelfasern enthaltenden Abschnitt getheilt und geht nach vorn und hinten in je einen Bindegewebsstrang über. An dem hinteren Ende finden sich Knorpelzellen.

c) Die **Zungenwulst** der Wiederkäuer stellt eine Verdickung der Schleimhaut dar, welche mit Drüsen und grossen makroskopischen Papillen versehen ist.

Während sie in ihrem mittleren Theile sehr locker und weitmaschig gebaut erscheint und viel Fettgewebe enthält, ist sie in der hinteren Partie derber. Das Epithel ist, namentlich in der Mitte der Wulst, sehr dick und stark verhornt und bildet oft colossale Epithelbuchten.

d) Die **Zungenpapillen.** Sie stellen Erhabenheiten der Tunica propria, selten mit Einschluss der Submucosa, dar, welche meist mit secundären Papillen besetzt sind. Sie kommen in verschiedener Form und Zahl bei den Hausthieren vor; auch sind Uebergänge zwischen den einzelnen Papillenarten zu beobachten.



Fig. 377. (s. S. 534.) Querschnitt durch das Mayer'sche Organ der Katze.

1. Die **Papillae filiformes.** Sie bestehen aus einem bindegewebigen Grundstock und einem mächtigen Epithelüberzuge. Ersterer ist verschieden gestaltet und läuft bei den starkeren Papillen an seinem freien Ende in eine Gruppe mikroskopischer Papillen aus (cfr. Fig. 153 S. 235, haarförmige vom Epithel befreite Papillen der Zunge einer Kuh), während die kleineren als vergrösserte mikroskopische Papillen erscheinen. Der Grundstock ist zellreich und in den grösseren Papillen sogar cytogen. Sein Epithel ist je nach Thierart und Standort der Papillen verschieden stark verhornt und bildet zuweilen solide hornige Spitzen und Zacken (Rind, Katze). Der Epithelaufsatz geht oft in fadenförmige Ausläufer aus, die aus schüppchenartigen, verhornten Epithelzellen bestehen. Im Grundstock finden sich Bündel von Nervenfasern, die in's Epithel eintreten oder in den Papillen birnenförmige Kolbenkörperchen bilden (Krause, Thanhofer).

Form und Vorkommen. Beim Pferde stellen sie feine, cylindrische, fadenartige, weiche Gebilde dar, welche, dicht gedrängt stehend, die ganze Oberfläche des Zungenrückens bedecken und schon an der unteren Fläche beginnen. Auf jeder Papille sitzt ein dünner, fadenartiger Hornzapfen mit nach hinten gerichteter freier Spitze. Beim Rinde kommen grosse, stachelige, nach hinten gerichtete, mit starken, oft etwas gekrümmten Hornscheiden versehene Papillen (Epithelzähne) vor (vergl. Fig. 152 S. 234 haar- und schwammförmige Papillen der Zunge eines Kalbes), die gegen den Zungengrund weich werden. Zwischen diesen finden sich, namentlich am Zungenrande und z. Th. an der unteren Zungenfläche kleine hügelartige Papillen (papillae conicae), die ein corp. papillare besitzen (Fig. 151 S. 234) Am Zungenwulst stehen grosse, zottenartige und zwischen diesen, namentlich medianwärts, auch körnige Warzen. Beim Schafe fehlen die scharfen Epithelzähne. Seine Papillen sind klein und stumpf und beginnen an der unteren Zungenfläche. Am Zungenwulst kommen grosse blattartige Papillen, zuweilen in Büschelform, vor. Die Ziege hat sehr zarte, fadenartige Papillen, die an der unteren Fläche beginnen und bis zum Mittelstück reichen; gegen den Zungengrund hin treten blattartige und andere Papillenformen auf. Bei den Wiederkäuern sitzen auf jedem Papillengrundstock 4—5 Hornzapfen, die an den meisten Papillen derart ungleich sind, dass ein grosser mittlerer und 2—4 kleinere vorhanden sind. Am Zungengrunde treten Hornkappen und bei der Ziege Hornblättchen auf, die je eine Papille bedecken und Hornfäden neben sich sitzen haben. Das Schwein hat feine, weiche Papillen, die, an der unteren Fläche beginnend, bis zum Zungengrunde reichen. Hier werden sie grösser, kegelförmig, besitzen einen Papillarkörper und an der Basis Lymphfollikel. Der einfache Hornzapfen verhält sich wie beim Pferd. Der Hund hat mit Ausnahme der Zungenspitze vorn kurze, kegelförmige, spitze, etwas scharfe, hinten längere und weichere, kegelförmige Papillen.

Bei der Katze ist die Oberfläche der Zunge, mit Ausnahme der Zungenspitze, mit hornigen, nach hinten gerichteten Stacheln besetzt, die gegen die Seitenränder und die Zungenspitze rasch an Grosse abnehmen. Hier kommen auch einige weiche und lange Papillen vor. Bei den Fleischfressern sitzen auf jeder Papille der Zungenspitze mehrere (6 bis 12, ein grosser mittlerer und 5—10 kleinere), auf der Zungenmitte 2—3, am Grunde 1 Hornzapfen auf. Bei der Katze ist der mittlere Hornzahn sehr stark und an der Zungenspitze stachelig, am Korper zapfenformig. Am Zungengrunde werden die Hornzähne kleine, weiche und schliesslich zarte, fadenartige Gebilde.

Beachtenswerth ist noch, dass bedeutende individuelle Verschiedenheiten in Bezug auf Form, Grösse, Menge und Verbreitung der Zungenpapillen vorkommen.

2. Die **keulenförmigen Papillen** (papillae fungiformes) besitzen einen bindegewebigen, Gefässe und Nerven führenden Grundstock mit einem corpus papillare. Ihr Epithelüberzug ist dünner und weniger verhornt, als der der papillae filiformes und enthält Geschmacksknospen, und zwar am zahlreichsten bei Ziege und Schaf, weniger beim Pferd, Hund, Schwein und Rind.



Fig. 378. (s. S. 540.) Keulenförmige Papille der Ziege im Querschnitt.

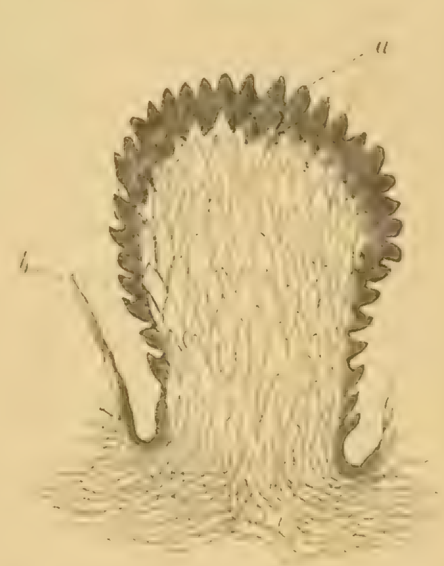


Fig. 379. Schwammförmige, vom Epithel befreite, Papille von der Zunge der Kuh.

Gestalt. Sie sind beim Pferde mit einem seichten Walle umgeben, beim Rinde keulen-, beim Schafe und Hunde kegelförmig, bei der Ziege mehr abgeflacht, mit Wallgraben versehen, beim Schweine mehr cylindrisch, bei der Katze pilzförmig.

Vorkommen. Sie kommen über die ganze Zungenoberfläche verbreitet vor, haben aber auch gewisse Prädilektionsstellen (Zungenspitze und Zungenrand), woselbst sie in Gruppen und in grosser Zahl auftreten. Sie sind an den vordern Partien der Zunge meist klein und nehmen nach hinten an Grösse zu. Beim Pferde sind sie gross an den Zungenrändern, klein auf dem Rucken und an der Spitze und stehen hier zerstreut und in Gruppen zwischen den papillae filiformes. Bei den Wiederkäuern sind sie über den ganzen Zungenrücken (seitlich der Zungenwulst) und die Zungenspitze verbreitet und liegen meist in Gruppen. Bei Schaf und Ziege gehen

sie auch auf die untere Fläche über und liegen hier und am Rande der Spitze dicht gedrängt. Das Schwein besitzt am Zungenrücken sehr kleine, an den Seitenrändern grosse und an der medialen Partie des Mittelstücks keine derartige Papillen. Beim Hunde und der Katze sind sie gleichmässig über die ganze Zungenoberfläche verbreitet. Sie sind vorn sehr klein, gegen den Zungengrund grosser und deutlicher. Bei der Katze finden sich am hinteren Abschnitte des Zungenrandes flache, grosse Papillen.

3. Die **umwallten Papillen** (papillae circumvallatae s. vallatae) (cf. Fig. 302—308). Ihr bindegewebiger, einen Papillarkörper bildender Grundstock enthält viele Lymphspalten.

In dem Epithelbelag der Seitenabhänge der Warzen (beim Pferd und Schwein in der Tiefe des Ringgrabens, bei den Wiederkäuern bis zur Oberfläche) und in dem des Walls finden sich Geschmacksknospen.



Fig. 380. (s. S. 538.) Umwallte Papille des Schweines im Querschnitt.

Unter der Basis der Papillen liegen, oft tief in die Muskeln hineinragende Drüsenhaufen, die in der Tiefe des Wallgrabens (Wiederkäuer und Pferd) oder am Seitenrande des Ringwalles (Schwein und Hund) ausmünden. Beim Pferde liegen Schleimdrüsenconvolute gegen den Seitenrand (in der Schmeckregion) und Convolute seröser acinöser Drüsen an der Basis der Papillen.

Vorkommen. Beim Pferde findet sich in der Regel je eine grosse umwallte Papille seitlich auf dem Zungenrücken an der Grenze des Zungengrundes, selten kommt noch eine dritte in der Medianlinie vor, während bei dem Rinde in Doppelreihe je 10—17, beim Schaf in ca. 4 Reihen jederseits 18—25, bei der Ziege in Doppelreihe jederseits 12 und zwar seitlich am Zungengrunde und Mittelstücke vorkommen. Ihre Grösse nimmt von vorn nach hinten ab. (Beim Rinde sind oft 2 Wärzchen von einem gemeinsamen Walle umgeben; beim Schaf ist der Wall selten geschlossen und bei der Ziege sehr seicht). Das Schwein besitzt zwei länglich-ovale, die Fleischfresser 4—6 in Form eines V angeordnete umwallte Papillen; die des Hundes sind an der Basis eingeschnürt, ihre Seitenflächen gewölbt und ragen über das Niveau der Zunge vor. Die sechs runzeligen, buchtigen Papillen der Katze sind pilzförmig, am Grunde stark eingeschnürt und überragen das Niveau der Schleimhaut.

4. Die **blätterigen Wärzchen** (Papillae foliatae) (cf. Fig. 295—301) werden von dicht hinter einander liegenden Schleimhautleisten respective

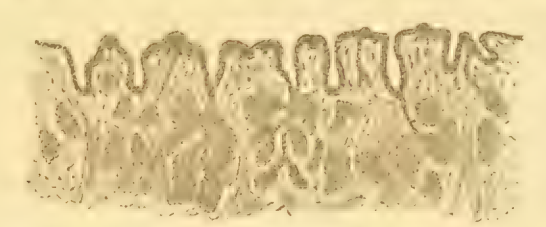


Fig. 381. (s. S. 534.) Querschnitt durch die blätterige Warze des Hundes.

Falten (Geschmacksleisten) gebildet, die schmale Furchen (Geschmacksfurchen) zwischen sich lassen. In dem Grundgewebe der Leisten trifft

man Lymphräume an. Das Epithel ist geschichtet und nur auf der Höhe der Falten verhornt. An den Furchen-Flächen der Geschmacksleisten kommen Geschmacksknospen reichlich vor. In dem subpapillären Schleimhautgewebe, im Gewebe der Geschmacksleiste und am Grunde der Geschmacksfurchen findet man Haufen von acinösen, serösen und tubulo-acinösen Schleimdrüsen. Sie münden in den Furchen, selten an den Seitenwänden und ausnahmsweise auf der Höhe der Geschmacksleisten aus.

Ihre Ausführungsgänge sind in den kleineren Gängen mit un-, in den grösseren mit geschichtetem Plattenepithel ausgekleidet. Beim Hunde kommen die Drüsen besonders massenhaft, sowohl als Schleim-, wie als Eiweissdrüsen vor. Letztere bilden gewissermassen eine einzige acinöse Drüse, deren Gänge an den Kuppen der Leisten münden. Die ersteren liegen zerstreut und münden an der Basis der Geschmacksfurchen.

Gestalt der Papillen. Die blätterigen Papillen stellen beim Pferde jederseits eine 2—$2^1/_2$ *cm* lange, unebene, an der Oberfläche mit 3—10 Querfurchen versehene Wulst am Zungengrunde dar. Bei den Wiederkäuern fehlen diese Papillen oder sind rudimentär. Beim Schweine stellen sie je eine kleine, scheibenartige, gefurchte Erhabenheit an der Seite des Zungengrundes mit i. d. R. 5 Spalten und beim Hunde ein kleines, bohnenförmiges, linsengrosses Gebilde am Zungenrande und bei der Katze eine Gruppe von langen Papillen mit knolliger Spitze dar.

e) Die **Drüsen** der Zunge (s. Fig. 373, S. 648) sind ungleichmässig angeordnet und liegen zum Theile direkt unter der Propria mucosae im lockeren Bindegewebe, zum Theile tief in der Muskulatur. Sie kommen vereinzelt und zerstreut oder dicht gedrängt vor (Zungengrund) und fehlen am vorderen und mittleren Theile des Zungenrückens. Man findet sowohl Primärdrüsen mit besonderen, als auch Drüsengruppen mit gemeinsamen Ausführungsgängen. Dem Charakter nach gehören die Zungendrüsen zum Theile den mehr acinösen Eiweiss-, zum Theile den mehr tubulösen Schleimdrüsen an. Bei Rind, Schaf und Ziege herrschen die serösen, bei der Katze die Schleimdrüsen vor, während sich beide Arten bei Pferd, Schwein und Hund ungefähr das Gleichgewicht halten. Die Drüsenarten sind oft untermischt und bilden dann, namentlich beim Schwein, ein wirres Durcheinander.

Echte Schleimdrüsen findet man am hinteren Theile der Zunge (dem Zungengrunde), am Zungenbändchen und der Zungenspitze einiger Thiere, auch an der unteren Zungenfläche (vereinzelt) und am Zungenrande. Die verästelten, tubulösen, mit hellem, durchsichtigem Epithel, wandständigen Kernen und dicker Membrana propria auftretenden, oft grössere Drüsenconvolute bildenden Schleimdrüsen (Weber'sche Drüsen) haben ihre Ausmündung meist in Furchen und Falten der Schleimhaut, der Mandeln etc.

Seröse Drüsen (s. u.) findet man am Zungengrunde; sie münden auf hügelartigen Vorragungen der Oberfläche und seitlich an den Geschmacksleisten und in den Furchen der papillae vallatae und foliatae aus, sind acinös und mit grobkörnigem, undurchsichtigem Epithel (mit centralen Kernen) versehen (Ebner's Drüsen). Grosse

zusammengesetzte, seröse Drüsen münden an der unteren Zungenfläche, am Zungenrande und am Mayer'schen Organe des Hundes (Csokor) und Pferdes.

Die Drüsen des Zungengrundes kommen auf einem ziemlich grossen Raume vor, der nach hinten bis zum Kehlkopf, seitlich bis zu den Gaumensegeldrüsen reicht, sich nach vorn auf die Seitenfläche des Zungenkörpers erstreckt und beim Pferde und Schweine eine W-förmige Figur darstellt. An dem Zungenbändchen trifft man nur beim Rinde und Schafe jederseits ein kleines Häufchen Drüsen an, die zur Seite des Bändchens an kleinen Papillen ausmünden und Randzellen haben sollen. Bei diesen Thieren kommen in dem Zungenwulst Drüsen vor. Beim Pferde sah ich auch Zungenbeindrüsen und Drüsen tief in der Zungenmuskulatur. Bei diesen Thieren ist der ganze Seitenrand der Zunge mit je einer Reihe von Drüsenpäckchen reichlich versehen, die sich hinten, seitlich von den vorderen Pfeilern des Segels, zu je einem grösseren Paket vereinigen.

f) Die **Lymphapparate**. Ausser den solitären Follikeln, den Zungenbalgdrüsen und den Mandeln, welche dem Lymphgefässsystem zuzurechnen sind, kommt vielfach cytogenes Gewebe in der Zunge vor.

Es ist seltener beim Pferd und den Wiederkäuern, häufiger beim Schweine; es findet sich bei ersteren submucös, bei letzterem auch intermuskulär und tritt besonders am Grunde, aber zerstreut auch an den Seitenrändern und der Spitze der Zunge auf.

Lymphfollikel kommen am Zungengrunde reichlich vor. Sie treten in den Balgdrüsen und Mandeln in Gruppen auf, in der übrigen Zungenschleimhaut aber auch solitär und zwar ganz oberflächlich.

Die **Balgdrüsen** sind knötchenartige, mehr oder weniger kugelige Anschwellungen cytogener Partien der Zungenschleimhaut, die in der Mitte eine grubenartige Einsenkung haben. Die cytogene Schleimhaut stellt demnach die mit niedrigem oder kleinem Papillarkörper versehene Grubenwand dar. In dieser findet sich bei grösseren Gebilden eine Anzahl scharf umschriebener Follikel. In der Tiefe der Grube, welche Schleim enthält und deren Wand innen mit Epithel, in welchem viele Wanderzellen auftreten, belegt ist, bemerkt man oft eine papillenartige Erhöhung. Die grösseren Zungenbalgdrüsen heben sich in der Regel gegen die Umgebung scharf ab und erscheinen oft wie von einer Kapsel fibrillären Gewebes umgeben. Dicht unter den Balgdrüsen liegen Haufen von Drüsen, die mit ihren Ausführungsgängen in die Grube einmünden.

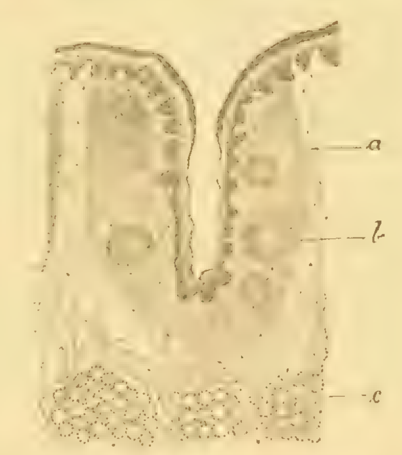


Fig. 383. Zungenbalgdrüse vom Pferd. a) cytogene Grubenwand mit Papillenkörper, b) Follikel, c) Drüsen.

Die Balgdrüsen finden sich besonders (beim Pferde und Schweine meist sehr zahlreich) am Zungengrunde. Bei den Wiederkäuern treten sie in der Nähe des

Foramen cöcum massenhaft auf. Zuweilen fehlen sie; dann trägt die Zungenschleimhaut auf grössere Strecken den cytogenen Charakter.

Die **Mandeln**, tonsillae, sind in der einfachsten Form (beim Kaninchen) vergrösserte Zungenbalgdrüsen; bei den meisten Thieren stellen sie Conglomerate vieler Balgdrüsen dar, deren Gruben einzeln für sich nach aussen oder in ein gemeinsames Foramen coecum münden.

Beim Pferde liegen die Mandeln nicht in einer Grube und stellen Haufen nebeneinander liegender Zungenbalgdrüsen dar, welche mit dicken Wandungen und zahlreichen Follikeln ausgestattet sind. Das cytogene Gewebe liegt über Drüsen und zieht sich selten bis zwischen diese oder bis in die Muskeln herab. Bei den Wiederkäuern treten sie als rundliche Haufen auf, in welchen sich beim Rinde eine 1—3 *cm* tiefe, bei Schaf und Ziege kleinere Grube (foramen cöcum) befindet. Bei diesen Thieren wiegen die tubulösen Drüsen vor und sind mit dem cytogenen Gewebe vollständig untermischt. Starke, sich vielfach kreuzende Bindegewebszüge dienen dem Ganzen in Form eines Balkengerüstes als Stütze. Die Drüsen münden in die präforamina und diese, und damit sie selbst, in das grosse gemeinsame, manchmal durch eine Schleimhautwulst und kleinere Fältchen 2—4fach getheilte Foramen cöcum, das mit Plattenepithel ausgekleidet ist, dessen Mucosa aber nur schwach entwickelte, unregelmässig gestaltete Papillen besitzt; die lockere Submucosa enthält Follikel. Die Mandeln des Schweines stellen flächenartig nebeneinander gelagerte Balgdrüsen dar, deren einzelne Foramina cöca für sich nach aussen münden. Sie erscheinen als lange verdickte Schleimhautplatten mit einer Menge blinder Gruben. Ihr Epithel ist dünn, der Papillarkörper schwach entwickelt oder fehlend. An die Wand der Foramina cöca schliesst sich ein bindegewebiges gefäss- und nervenhaltiges, mit Muskelfasern durchsetztes Balkengerüst an, in dessen Fächern Lymphfollikel liegen. Zwischen diesen und den Balken ist ein Reticulum ausgespannt, in welchem Leucocyten eingestreut sind. Unter diesem oberen Balkenwerk findet sich ein zweites mit Drüsen. Die Fleischfresser besitzen eine länglich-höckerige Wulst in flacher Schleimhauttasche.

Die **Blutgefässe der Zunge.** Die mikroskopischen Verhältnisse der Blutgefässvertheilung entsprechen den in cutanen Häuten überhaupt. Beachtenswerth ist, dass in jeder makroskopischen Papille ein Netzwerk feinerer Blutgefässe liegt, welches für jede der mikroskopischen Papillen eine Gefässschlinge abgiebt. Im Zungengrunde liegt ein grobes Venennetz, in das sich die aus den Papillen etc. kommenden Venen einsenken.

Die **Lymphgefässe** bilden ein tieferes grobes und ein oberflächliches feineres Netzwerk (Teichmann); aus letzterem steigen Zweige in die Papillen. In den fadenförmigen liegt in der Regel nur ein kolbiger Stamm, in den anderen Papillen ein Netz. In den Balgdrüsen und Lymphfollikeln findet man dichte Blut- und Lymphgefässnetze. Jeder Follikel ist kapselartig von einem solchen Gefässnetze umsponnen.

An den **Nervenzweigen** kommen einzelne oder zu Gruppen vereinigte Ganglienzellen vor. Die in die Zunge eintretenden Nerven verlaufen mit dem intermuskularen Bindegewebe, und vereinigen sich zu einem weitmaschigen submucosen Netz mit kleinen Ganglien. Aus diesem entspringen Bündel, die ein oberflächlicheres subepitheliales Netz bilden, das kleinste Ganglien und einzelne Ganglienzellen enthält. Aus diesem Plexus gehen marklose Fädchen in das Zungenepithel, in welchem ich namentlich an der Zungenspitze viele eigenthümliche Neuroepithelzellen fand, bilden ein weites Netz und enden intercellular und mit Zellen. In den fadenformigen Papillen sollen

die Nervenfäden an der Basis mit rundlichen Endkolben aufhören (Krause). Ich sah aber vielfach Fäden durch die ganze Papille gehen und in das Epithel derselben eindringen. In die pilzförmigen und umwallten Papillen dringen axial kleinere, sich verästelnde Nervenstämmchen ein; aus ihrem subepithelialen Endplexus entspringen varicöse Fädchen, welche in den Geschmacksknospen enden. Endkolben an den mikroskopischen Papillen sah ich nur selten. An der Zungenspitze kommen Nervenknäuel vor.

C. Die Zähne.

Die Zähne (dentes) sind steinharte, in der Mundhöhle vorkommende Gebilde, die bei unseren Haussäugethieren mit einem Theile ihres Körpers (Zahnwurzel) in besonderen Fächern (Alveolen) des Kiefers

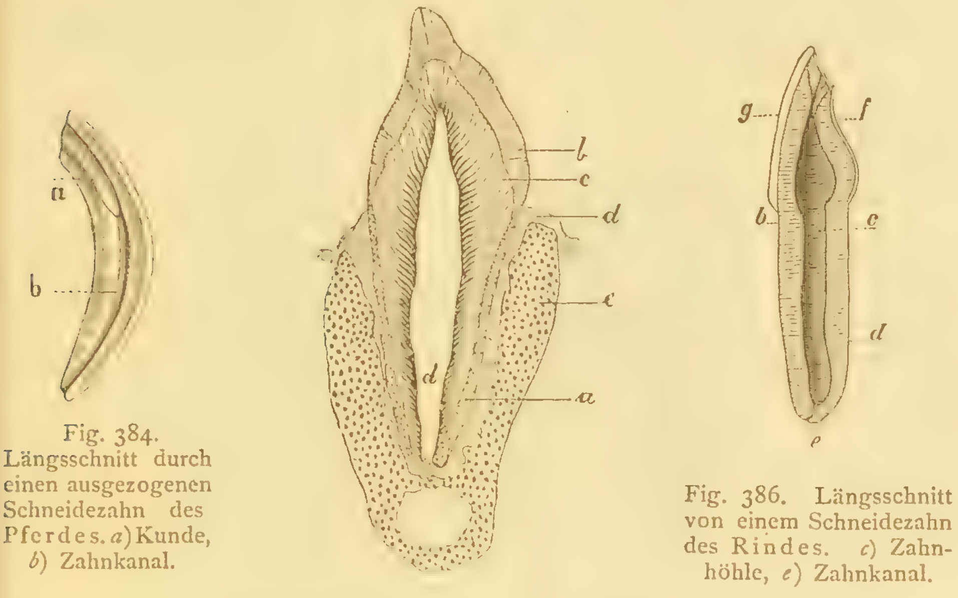


Fig. 384. Längsschnitt durch einen ausgezogenen Schneidezahn des Pferdes. *a*) Kunde, *b*) Zahnkanal.

Fig. 385. Längsschnitt durch einen in den Kiefer (*e*) sitzenden Zahn des Hundes. *a*) Cement. *b*) Schmelz, *c*) Zahnbeinsubstanz, *d*) Zahnhöhle des Zahnes, *e*) Kiefer. Die Alveodentalmembran hat irriger Weise auch die Bezeichnung *d* erhalten.

Fig. 386. Längsschnitt von einem Schneidezahn des Rindes. *c*) Zahnhöhle, *e*) Zahnkanal.

stecken und mit dem anderen Abschnitte (Zahnkrone) frei in die Mundhöhle hineinragen. Die Zahnwurzel wird durch das die Alveole auskleidende Periost mit dem Kiefer verbunden (Alveolarperiost, Alveolodentalmembran), während die Grenze zwischen Zahnwurzel und Krone vom Zahnfleische eng umfasst wird und oft etwas eingeschnürt ist (Hals des Zahnes). Jeder Zahn besitzt in seinem Inneren eine Höhle (Zahnhöhle), die nach unten sich öffnet, indem von ihr ein Kanal (Wurzelkanal) zur freien Wurzelfläche herabgeht und dort ausmündet. In der Zahnhöhle findet sich ein weiches Gebilde, die Zahnpulpa, die von unten durch den Wurzelkanal in dieselbe hineinragt und den Ueberrest einer grossen Schleimhaut-Papille (der Matrix des Zahnes) darstellt.

Demgemäss unterscheidet man an jedem Zahn: 1. die centrale Zahnpulpa und 2. den eigentlichen Zahn, der wie ein Abguss um erstere herumsitzt. Zu diesen beiden wesentlichen Theilen kommt noch 3. das Alveolarperiost und 4. das Zahnfleisch.

1. Die **Zahnpulpa** ist ein weiches röthliches Gebilde, welches im Alter fast ganz verschwindet und je nach der Form des Zahnes eine verschiedene Gestalt besitzt. Sie besteht aus zartfaserigem, an Zellen, Blutgefässen und Nerven reichem Bindegewebe, welches keine elastischen Fasern enthält. Die ganze Peripherie der Pulpa ist mit einer Schicht von Zellen bedeckt, die derselben wie ein Epithelstratum aufsitzt. Die einzelnen Zellen (Zahnbein- oder Dentinzellen, Odontoblasten, Waldeyer) sind länglich von Gestalt und stehen senkrecht neben einander auf der Unterlage. Sie sind an der Peripherie und der Basis mit Fortsätzen versehen; die peripheren stellen die Dentin-, die basalen die seitlichen und die Pulpafortsätze dar.

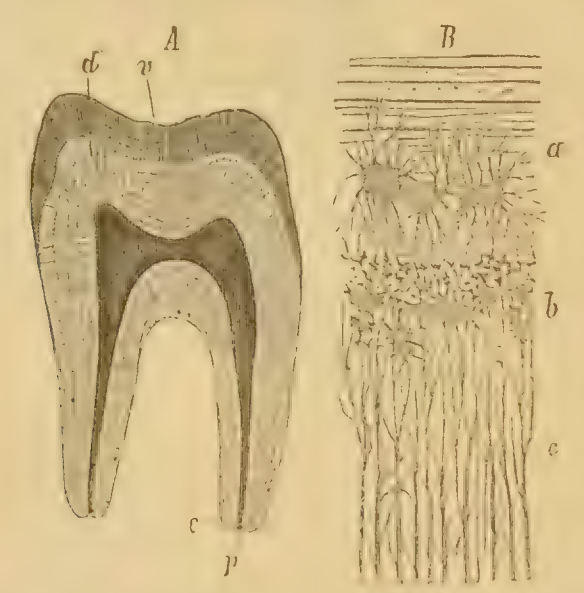


Fig. 387. Längsschnitt von einem mehrwurzeligen Backzahn. *v*) Schmelz, *d*) Zahnbein, *c*) Cement, *p*) Oeffnung der Zahnhöhle.

Fig. 388. Durchschnitt durch die Wurzel eines Eckzahns. *a*) Cement, *b*) Interglobularraum, *c*) Zahnbeinsubstanz.

Die Dentinfortsätze sind die S. 180 besprochenen radiär von der Pulpa gegen die Zahnoberfläche verlaufenden und sich verästelnden Zahn-Fasern, die von den Zahnscheiden der Zahnkanälchen umgeben sind. Die seitlichen Fortsätze verbinden die nebeneinander stehenden Zellen mit einander, während die Pulpafortsätze nach dem Pulpagewebe gerichtet sind und sich mit deren Zellen verbinden.

2. Die **Zähne** bestehen aus den in der Gewebelehre bereits beschriebenen 3 Substanzen: der Zahnbeinsubstanz (Dentin), dem Schmelz und dem Cement. Die Zahnbeinsubstanz (Fig. 385 c) bildet den bei weitem grössten Theil des Zahnes und liegt direct um die Zahnpulpa herum. An der Krone sitzt dem Dentinzahn in der Regel Schmelz-

substanz in dünner Lage (Fig. 385 b) auf, während die Wurzel von der Cementsubstanz (Fig. 385 a) mantelartig umgeben wird.

Von dieser Regel giebt es jedoch viele Ausnahmen. An der Kaufläche der Backzähne der Pferde und Wiederkäuer und an der Reibefläche der Schneidezähne des Pferdes tritt die Zahnbeinsubstanz frei zu Tage. Bei den Zähnen der Wiederkäuer und des Pferdes, mit Ausnahme der Schneidezähne des Rindes

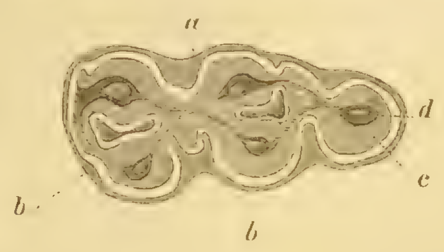


Fig. 389. Querschnitt vom 6. Backzahn des Rindes. *a*) Cement, *b*) Schmelz, *c*) Zahnsubstanz, *d*) Zahnhöhle.

überkleidet die Cementsubstanz auch die Krone und füllt bei den schmelzfaltigen Zähnen den Raum zwischen den Falten der Schmelzsubstanz aus. Wo Cement und Schmelz zusammen vorkommen, liegt die erstere Substanz stets am meisten nach aussen.

a) Die **Zahnbeinsubstanz.** Zu dem vorn (S. 180) Gesagten ist noch Folgendes zu bemerken: Die Zahnkanälchen greifen nach Waldeyer niemals in die peripheren Substanzen über; sie enden vielmehr an der Grenze der Zahnbeinsubstanz, indem sie schlingenartig in einander übergehen u. dgl. Die meisten enden aber in unregelmässigen Lücken und Hohlräumen, die vielleicht mit einer weichen Masse gefüllt sind und die sich in einer Substanz (Interglobulärsubstanz, Czermak) befinden, die den äussersten Theil des Dentins bildet, also zwischen dem eigentlichen Dentin und dem Cement liegt. Man kann diese Substanz als mangelhaft verkalktes Gewebe betrachten, welches viele Saftlücken enthält. Mit den Lücken stehen auch die Knochenkörperchen des Cements in Verbindung. In der Zahnbeinsubstanz sieht man eigenthümliche Linien, die parallel mit den Zahncontouren hinziehen (Schreger'sche Linien) und die wahrscheinlich daher rühren, dass an diesen Stellen alle Zahnkanälchen in ihren Biegungen gleichmässig verlaufen.

b) Der **Schmelz** (cf. S. 122). Er ist aussen von dem Schmelzoberhäutchen



Fig. 390. Schmelzfasern.

(Cuticula) bedeckt, einer sehr festen, resistenten, structurlosen Membran, die sich auf dem freiliegenden Theile der Zähne findet und offenbar durch Verhornung der oberflächlichsten Epithelschichten der Zahnpapille entsteht. — Nach Retzius kommen im Schmelz dunkele, mit der äusseren Begrenzung des Schmelzes gleichlaufende, bräunliche Parallelstreifen vor, die von Pigmentablagerungen im Schmelz herstammen sollen (Retzius'sche Linien).

Die Schmelzsubstanz liegt der Zahnbeinsubstanz entweder einfach wie eine Mütze an der Krone auf (so bei den schmelzhöckerigen Zähnen der **Fleischfresser**)

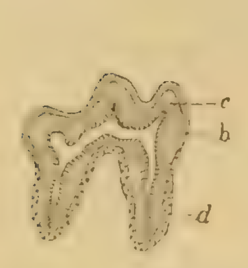


Fig. 391. Schmelzhöckeriger Zahn vom **Hunde** mit 2 Wurzeln im Längsschnitt. *d*) Cement, *b*) Schmelz, *c*) Zahnbein.

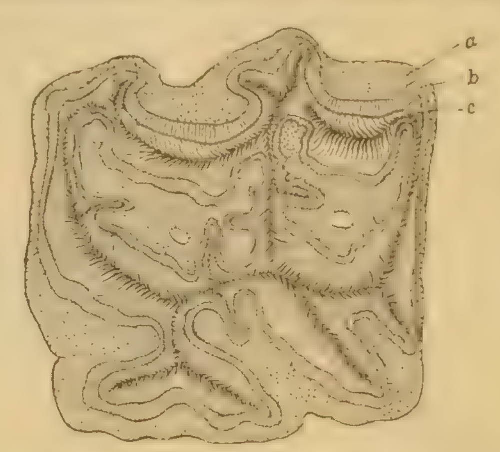


Fig. 392. Querschnitt eines schmelzfaltigen Backzahnes vom Pferd. *a*) Cement, *b*) Schmelz, *c*) Zahnbein.

oder sie bildet Falten, wie an den schmelzfaltigen Zähnen der Einhufer und Wiederkäuer. An diesen ist die Zahnbeinsubstanz an der Krone halskrausenartig gefaltet, so dass Erhöhungen und Vertiefungen entstehen. In die Vertiefungen und Buchten senkt sich Schmelz- und Cementsubstanz und zwischen den Buchten finden sich mehr oder weniger scharfe Leisten, die mit Schmelz überzogen sind (hierüber siehe die

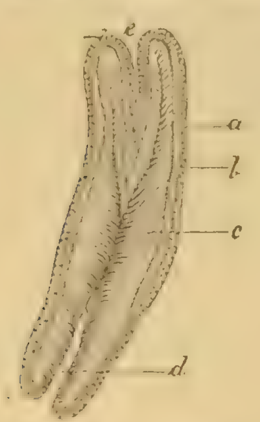


Fig. 393. Längsschnitt von einem Pferdeschneidezahn mit Einbuchtung an der Reibefläche. *a*) Cement, *b*) Schmelz, *c*) Zahnbein, *d*) Zahnhöhle, *e*) Kunde.

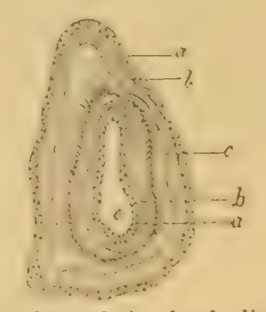


Fig. 394. Querschnitt durch die Krone eines Pferdeschneidezahns. *a*) Cement, *b*) Schmelz, *c*) Zahnbein, *e*) Kunde.

Anatomie). An den Schneidezähnen der **Einhufer** findet sich an der Reibefläche eine tiefe Einstülpung aller drei Substanzen (die **Kunde**).

c) Der **Cement** (cf. S. 179) stellt meist nur einen dünnen Beleg der Zahnwurzel dar, welcher aber in den Zwischenräumen zwischen den Wurzeln mehrwurzeliger Zähne und in der Schmelzfalte dicker wird (Fig. 392) und sich bei den schmelzfaltigen Zähnen der **Einhufer** und **Wiederkäuer** auch auf die Krone erstreckt und dicke Schichten in den Vertiefungen derselben bildet. Auch an den Zähnen der **Schweine** findet man einen Cementmantel um die Krone.

3. Das **Alveolarperiost** ist wie das Periost überhaupt gebaut, erscheint aber sehr weich, enthält viel Nerven und wenig elastische Fasern.

4. Ueber das **Zahnfleisch** s. S. 652.

Die **Entwicklung der Zähne** wird in der Embryologie näher besprochen werden. An der Zahnseite des Kiefers bildet sich beim Fötus eine leistenförmige, wesentlich durch eine Verdickung des Epithels bedingte nach der Kieferform hufeisen oder halbmondformige Vorragung der Maulschleimhaut (Kieferwall, Zahnwall), in welcher bald eine Längsrinne, die Zahnfurche, auftritt.

Die Epithelleiste wächst tief in die rinnenartig vertiefte Schleimhaut hinein und wuchert unten stärker als oberflächlich, so dass sie im Querschnitt als kolbiger, keulen-



Fig. 395.

1. Zahnentwickelung beim Schweine nach Waldeyer.
a) Zahnwall,
b) und *c*) Epithel,
d) Schmelzkeim.

2. *a*) Zahnwall,
b) und *c*) Epithel,
e) Schmelzorgan,
f) Zahnkrone,
g) Zahnsäckchen in der Bildung.

3. Kieferdurchschnitt vom Schweinsembryo.
a) Zahnwall,
b) und *c*) Epithel,
d) Hals des Schmelzorganes,
e)—*h*) wie ob. Figuren,
i) Blutgefäss,
k) Knochensubstanz.

förmiger Epithelzapfen erscheint, der sich nach oben halsartig verschmälert. Die ganze Epithelmasse führt den Namen Schmelzkeim oder Schmelzorgan. Diesem wachsen von unten aus dem Schleimhautgewebe kegel-, später pilzformige Papillen entgegen (Fig. 395, 2 *f*), während gleichzeitig zwischen je zwei Papillen bindegewebige Scheidewände den Schmelzkeim durchwachsen und ihn in Stücke, die Schmelzkeime der einzelnen Zähne, zerlegen. — Jeder Keim bildet einen kolbigen Epithelzapfen, in dessen Boden die gen. Papille von unten her hineinwächst, so dass sie von demselben von oben und den Seiten hutartig bedeckt wird (Fig. 395, 3 *e*, *f*). Während dieser Vorgänge verdichtet sich das unmittelbar um jeden Zahnkeim herumliegende Bindegewebe und umwächst allmählich jeden Zahnkeim auch von oben und unten, sodass sie ihn rund umgiebt und damit auch vom Epithel der Mundhöhle trennt. In diesem

Stadium finden wir demnach in der Schleimhaut bindegewebige Säckchen, die **Zahnsäckchen**, und in jedem derselben, aus der Basis aufsteigend, eine grosse Schleimhautpapille (den **Dentinkeim**), auf welcher eine Mütze von mehrschichtigem Epithel (**Schmelzkeim**) sitzt. Aus diesen drei Teilen des Zahnsäckchens entsteht der Zahn, indem die Papille die Zahnsubstanz, das Epithel den Schmelz, die innerste Schicht des Zahnsäckchens den Cement (Cementkeim) und die äussere Schicht desselben das Alveolarperiost bildet. Die **Schmelzsubstanz** entsteht wie folgt: Der Schmelzkeim erscheint wie mehrschichtiges Plattenepithel, seine tiefsten Zellen sind cylindrisch, die oberflächlichsten platt, die mittleren vielgestaltig. Die letzteren werden sternförmig und verbinden sich mit ihren Fortsätzen, während Flüssigkeit zwischen ihnen erscheint. Die **Cylinderzellen** der tiefsten Schicht wachsen in die Länge, strecken sich und verkalken allmählich (von der Peripherie aus), dabei gehen die genannten sternförmigen Zellen allmählich zu Grunde. Die obersten Epithellagen platten sich ab, verhornen und bilden das Schmelzoberhäutchen (Cuticula). — Die **Zahnbeinsubstanz** entsteht aus den die Zahnpapille bedeckenden **Odontoblasten**. Diese wachsen und vermehren sich und bilden die Zahnbeinsubstanz, wahrscheinlich in der Weise, dass sie verkalkende Zwischensubstanz ausscheiden und allmählich peripher selbst verkalken, während sie axial als Zahnfaser erhalten bleiben. Dabei entsteht die Zahnfaser nicht aus einer einzigen, sondern aus einer Anzahl in einer Linie hintereinander liegender, durch Fortsätze unter einander verbundener, vielleicht aus einer Mutterzelle entstandener Odontoblasten. Man denkt sich den Vorgang derart, dass, sobald die periphere Zelle verkalkt, eine zweite an ihre Stelle rückt, um demselben Schicksale zu verfallen und durch eine dritte ergänzt zu werden u. s. w. Da nun die ganze Zellreihe nur peripher verkalkt, bleibt in einer Kalkröhre eine Protoplasmafaser erhalten, die mit der untersten noch nicht verkalkten Zelle in Verbindung steht, als deren Fortsatz erscheint und als **Tomes'** Faser bezeichnet wird. — Nach einer anderen Anschauung bildet sich die Zahnsubstanz in der Art, dass die Odontoblasten peripher Fortsätze aussenden, welche sich verzweigen und eine verkalkende Zwischensubstanz ausscheiden oder peripher selbst verkalken. — Die **Cementsubstanz** entsteht wie Knochengewebe aus dem Bindegewebe des Zahnsäckchens. — **Die Schmelzsubstanz ist demnach versteinertes Epithel, die Cementsubstanz ossificirtes und die Zahnbeinsubstanz modificirtes und verkalktes Bindegewebe.**

Die Zahnkrone bildet sich zuerst, die Wurzel zuletzt. Bei denjenigen Zähnen, bei denen ein Zahnwechsel vorkommt, bildet sich schon bei der Entstehung des ersten Keimes ein Nebenkeim, der anfangs im Wachsthum zurückbleibt. Aus diesem entwickelt sich später der bleibende Zahn.

D. Der Schlundkopf (Pharynx).

Er besteht aus einer cutanen in Längsfalten gelegten Schleimhaut, der aus quergestreiften Fasern bestehenden Muskulatur (s. Anatomie) und der bindegewebig-elastischen Adventitia. Die **Schleimhaut** besitzt ein mehrschichtiges Plattenepithel und einen deutlichen, nur beim **Schweine** niedrigen, Papillarkörper. Die Propria mucosae ist dünn; in ihr treten vereinzelte Lymphfollikel auf.

Beim **Rinde** bildet die Schleimhaut vorn und dorsalwärts sehr grosse, z. Th. blumenkohlartige Vorragungen, die von einem dicken, stark verhornten Epithel, welches schnabelartige Hornzähne und Zacken bildet, bedeckt sind. Beim **Schaf** und der **Ziege** sind niedrigere, nicht zackige Vorsprünge zugegen.

Die sehr lockere Submucosa enthält viel elastische Elemente, Muskelfasern, Ganglien und Drüsen.

Letztere liegen beim Pferde in dichter Lage nach innen von der Muskulatur. Sie gehen vielfach bis an das Epithel heran und bilden längliche Pakete und Lappen. Beim Schwein sind die tubulo-acinösen Drüsen namentlich ventral- und schlundwärts sehr zahlreich vorhanden. Ihre Gänge erweitern sich kurz vor der Ausmündung bedeutend; bei den Wiederkäuern münden auch an den makroskopischen Papillen zahlreiche unter ihnen liegende Drüsen. Beim Hunde liegt am Eingange des Oesophagus eine drüsenreiche, bei der Katze drüsenlose Schleimhautfalte.

E. Der Schlund (Oesophagus).

Der Oesophagus stellt einen häutigen Hohlschlauch dar, an welchem man eine cutane Mucosa, eine Muscularis und eine Aventitia unterscheidet. Die stark gefaltete und sehr elastische **Mucosa** besteht aus einem mehrschichtigen, oberflächlich verhornten Stratum epitheliale, einem mit einem Papillarkörper versehenen, drüsenlosen Str. proprium mucosae, einem Str. mucosae musculare und einem Str. submucosum. Die Muscularis mucosae besteht aus glatter Muskulatur, deren Fasern longitudinal verlaufen.

Beim Hunde beginnt sie erst in der Mitte des ersten Viertels mit vereinzelten Bündeln; diese vermehren sich nach unten zwar bedeutend, ohne aber eine geschlossene Membran zu bilden. Letzteres findet bei der Katze statt. Bei den Wiederkäuern und beim Pferde besteht sie aus vereinzelten Längsbündeln.

Die sehr lockere und stark ausgebildete Submucosa ist reich an elastischen Fasern und enthält Ganglien und Drüsen.

Beim Pferd und den Wiederkäuern kommen die Drüsen nur in den dem Pharynx angrenzenden Theilen vor; sie reichen beim Pferde bis 8 *cm*, beim Rinde bis 3 *cm* unter den Pharynx. Beim Schweine trifft man sie bis etwa zur Mitte des Schlundes, eine zusammenhängende Schicht bildend. Auch bei der Katze reichen sie (aber vereinzelt) ungefähr bis in die Mitte des Schlundes. Beim Hunde bilden sie eine dichte, zusammenhängende, bis zum Magen reichende Schicht, die besonders stark am Schlundeingang ist. Die Drüsen gehören z. Th. den Knäuel, z. Th. den tubulo-acinösen (nach Eichenberger den accinösen) Drüsen an und sind mit cylindrischen Schleimzellen ausgestattet. Ihre Ausführungsgänge verlaufen leicht geschlängelt und sind innen mit einem zwei- bis dreischichtigen Platten-Epithel bedeckt.

Die äussere **Muscularis** besteht wesentlich aus quergestreifter Muskulatur.

Bei den Wiederkäuern enthält sie gar keine glatten Muskelfasern; die quergestreiften Fasern ihrer äusseren Schicht strahlen noch auf den Pansen, die Haube und die Wand der Schlundrinne aus, dort an dem intermuskulären Bindegewebe endend, während ihre innere Schicht scharf an der Cardia aufhört. Beim Pferde treten in dem distalen Drittel des Schlundes glatte Muskelfasern auf und zwar in der inneren Schicht und ventral früher als in der äusseren Schicht und dorsal. Gegen den Magen hin nimmt die Menge der glatten Fasern zu. Beim Schweine erscheinen erst in der Nähe der Cardia und zwar zuerst in der inneren Schicht die glatten Muskelfasern.

Beim Hunde reicht die quergestreifte Muskulatur der äusseren Schicht bis an die Cardia und strahlt dort in den Magen mit einzelnen Bündeln aus. In der inneren Schicht treten dicht über der Cardia glatte Fasern auf und verdrängen die quer-

gestreiften vollständig. Bei der Katze besteht die Muscularis oben aus quergestreiften Fasern, dann folgt eine Mischung beider Faserarten bis zum unteren Fünftel und dann glatte Muskulatur.

Die quergestreiften Fasern des Schlundes sind dünner als die der Skelettmuskulatur, dichter und feiner quergestreift und theilen sich zuweilen an ihren Enden. Der Faserrichtung nach findet man am Schlunde in der Regel zwei (zuweilen auch drei) Schichten, die beide einen spiraligen Verlauf haben und von denen die eine vorn am Ringknorpel, die andere hinten am Sehnenstreif der Constrictoren beginnt, so, dass sie einander entgegenlaufen und sich kreuzen. Die äussere hat lang gezogene, die innere engere Spiralen. Die erstere wird gegen den Magen hin zu einer longitudinalen, die letztere zu einer Ringfaserschicht.

Der Faserverlauf ist nach Semmer u. A. und meinen eigenen Wahrnehmungen folgender:

a) beim Pferde. Die dreischichtige Muscularis entspringt am Ringknorpel resp. auf den Gieskannenknorpeln und an den Constrictoren, resp. dem medianen Sehnenstreif derselben. Die äusserste (longitudinale) Muskelschicht tritt in den oberen Partien des Schlundes in Form von zwei Seitenbündeln und vereinzelten Längsfasern auf. Erst an der Brustpartie bildet sich eine zusammenhängende Längsfaserschicht. Von dieser nach innen liegen zwei Muskelschichten mit spiraligem Faserverlauf. Diese laufen einander entgegen und durchkreuzen sich. Bei der mehrmals erfolgenden Kreuzung geht ein Theil der oberflächlicheren Schicht in die tiefere über und umgekehrt. Die innere Schicht mit engeren Spiralen bildet unten eine Ringfaserschicht; die äussere, mit weiteren Spiralen scheint in die Längsfaserschicht überzugehen. Gegen den Magen hin nehmen beide Schichten an Dicke zu und erreichen an der Cardia ihre grösste Dicke (12 *mm*); besonders stark wird die innere Schicht (Sphincter cardiae).

b) Bei den Wiederkäuern sind nur die beiden sich durchflechtenden Spiraltouren zugegen, die in der Nähe des Pansens nahezu eine äussere Längs- und eine innere Kreisfaserlage bilden, indem die Spirale der letzteren enger, die der ersteren langgezogener und weiter werden.

c) Beim Schweine ist der Verlauf der Muskulatur ähnlich wie beim Pferde.

d) Die Schlund-Muskulatur der Hunde gleicht der der Wiederkäuer; es fehlen demnach die seitlichen Längsfaserbündel. Die beiden Spiralschichten bilden gegen den Magen hin eine Längs- und eine Ringfaserlage und ganz nach unten drei Lagen, eine innere Längs-, eine mittlere Ring- und eine äussere Längsfaserlage. Oben ist die innere Lage dicker als die äussere, dann werden beide gleich, dann die äussere dicker als die innere.

e) Bei der Katze besteht die Muscularis, die unten stärker als oben ist, abgesehen von einigen äusseren Längsbündeln, aus 2 oben spiraligen Schichten, welche unten in eine äussere Längs- und eine innere Kreisfaserschicht übergehen.

Die **Adventitia** ist lockermaschig, besteht aus Bindegewebs-Balken und Membranen und elastischem Gewebe, enthält Fettzellen u. s. w. Sie befestigt den Schlund an die Umgebung.

Die in der Submucosa liegenden **Blutgefässstämme** verlaufen longitudinal und verästeln sich in bekannter Weise.

Die **Nerven** sind reich an Ganglien, sowohl in der Submucosa als zwischen den beiden Muskelschichten.

F. Die Vormägen und die denselben entsprechenden Bildungen.

Hierher gehören Pansen, Haube und Psalter der Wiederkäuer, die portio oesophagea des Pferde- und Schweinemagens. Sie bestehen sämmtlich aus einer Serosa, einer Muscularis und einer Mucosa. Diesen ist ein bindegewebiges, aus Balken, Bündeln und Lamellen von Bindegewebs- und einem ziemlich dichten Netzwerk elastischer Fasern bestehendes Stützgerüst gemeinsam, das von dem Epithel der Serosa bis zu dem der Mucosa reicht und in welches neben den Bindegewebs, Plasma- und Wanderzellen die sonstigen Gewebe: Muskelfasern, Gefässe, Nerven und Ganglien eingelagert sind.

1. Der Pansen (Rumen).

a) Die cutane **Schleimhaut** des Pansens ist von geringer Dicke, derber Consistenz und wenig verschiebbar.

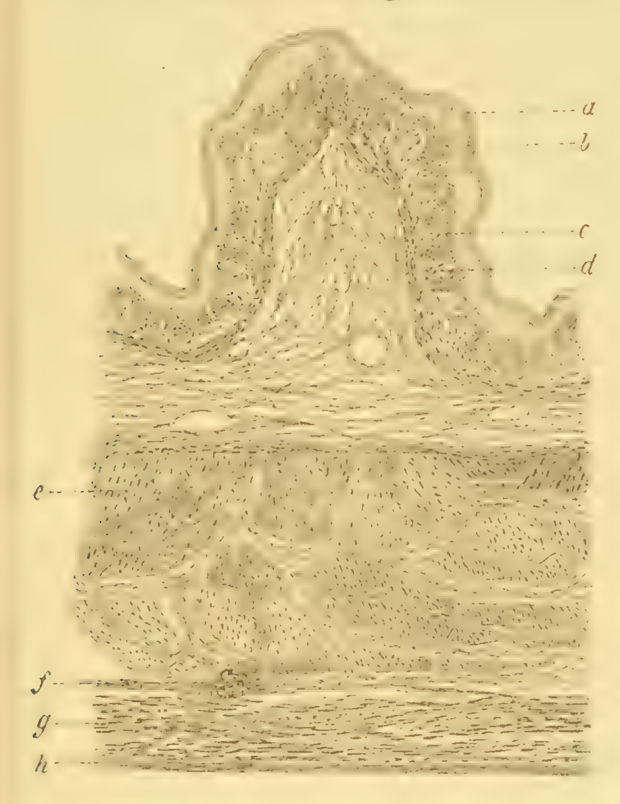


Fig. 396.
Längsschnitt durch eine Zotte und die Wand des Pansens.
a) Hornschicht.
b) Untere Epithelschicht.
c) Papillarkörper.
d) Vorgetäuschte muscul. mucosae.
e) Muscularis, innereSchicht.
f) Ganglien.
g) Muscularis, äussere Schicht.
h) Serosa.

Ihre innere Fläche ist mit oft dicht gedrängt stehenden am Rande gekerbten Vorsprüngen (Zotten, makroskopischen Papillen) versehen, deren Grösse bedeutend schwankt. (s. Anatomie!) Der Gestalt nach sind die Zotten meist spaten-, zungen- oder auch bandförmig; nur die kleineren sind z. Th. kegel- oder lanzettförmig, ja körnig.

α) Das schichtige Stratum epitheliale füllt die Buchten zwischen den mikroskopischen Papillen (und zwar mit Riffzellen, welche vielfach Fetttröpfchen enthalten) aus und überzieht die Spitzen derselben. Es ist oberflächlich stark, namentlich bedeutend an den makroskopischen Papillen verhornt.

Die tiefsten Lagen sind bei fehlender Basalmembran fest in die Oberfläche des Stratum proprium eingedrückt und innig mit dessen Bindegewebe verbunden. Nach

Entfernung des Epithels sieht man die eckigen Eindrucke auf dem Bindegewebe derart, dass das Bild eines subepithelialen Endothels entsteht; die Schichtung des Epithels ist die vorn geschilderte (S. 640). In demselben kommen Gebilde vor, welche Nervenendungen gleichen.

β) Das Stratum proprium stellt eine dünne bindegewebig-elastische, in den tieferen Schichten zellarme, oberflächlich zellreichere Membran dar, deren Papillarkörper gut entwickelt ist.

γ) Das Stratum musculare mucosae ist rudimentär und wird durch einen Bindegewebszug, welchem Muskelelemente eingelagert sind, repräsentirt.

Eine eigentliche muscularis mucosae fehlt. An ihrer Stelle findet man einen parallelfaserigen, fast sehnigen Bindegewebszug, der sich bei manchen Farbungen scharf abhebt und um so mehr eine muscularis vortäuscht, als er reich an Bindegewebs-Spindelzellen ist und auch Muskelelemente enthält, die an gewissen Stellen sogar reichlich vorhanden sind. Dieser Zug erstreckt sich meist auch in die makroskopischen Papillen hinein. Ein ähnlicher Bindegewebszug findet sich auch unmittelbar auf der Muskulatur. Franck, Wilckens u. A. beschreiben eine gut entwickelte muscularis mucosae, während Pauntscheff das Vorkommen einer solchen bestreitet.

δ) Die Submucosa ist sehr dünn, locker, und enthält Gefässe, Nerven und Ganglien. Auch Plasmazellen und Leucocyten sind an einzelnen Stellen in Menge vorhanden.

Drüsen und Lymphfollikel sind in der Schleimhaut des Pansens nicht zugegen.

Harms hat Lymphfollikel (beim Kalbe) und Thanhofer Drüsen vereinzelt in der Pansenschleimhaut gefunden. Beides habe ich niemals wahrnehmen können. Wohl aber fand ich bei jungen Thieren oft bedeutende Epitheleinwucherungen, die, wenn sie bei Schnittpraparaten schräg getroffen wurden, als isolirte Zellhaufen mitten in der Schleimhaut auftraten und dann um so leichter mit Follikeln verwechselt werden konnten als bei jungen Thieren auch das Bindegewebe zellreicher als bei Erwachsenen ist.

Die makroskopischen Papillen haben als Vorsprünge der Schleimhaut denselben Bau, wie diese.

Im Centrum befindet sich ein submucöses Gewebe, dieses ist oben und seitlich von der Propria mucosae und dem Corpus papillare umgeben, und dieses von der Epithelschicht hutartig überdeckt. Die Hornschicht der letzteren erreicht, namentlich an der Spitze der Papille eine bedeutende Starke, über deren Bau s. S. 305 und Figur 236, S. 392.

b) Die **Muskelhaut** ist die stärkste der drei Wandschichten Sie lässt wesentlich zwei Faserlagen erkennen. Die äussere, dünne besteht aus Fasern, die nach der Längsachse der Pansensäcke, die innere stärkere, aus solchen, die circulär zu diesen verlaufen.

Die erstere ist 1—$1^1/_2$, die letztere 2—3 *mm*, an einigen Stellen 1—2 *cm* stark. An den Pfeilern ist die Aussenmuskulatur 1 *mm*, die innere bis 1—2 *cm* dick. Die Kreismuskelfasern verlaufen von den Pfeilern der einen Seite im Bogen zu denen der andern.

Die Fasern gehören dem glatten Muskelgewebe an und nur in der Nähe der Cardia sind quergestreifte, longitudinal verlaufende, der Schlundmuskulatur entstammende Fasern beigemischt.

c) Die **Serosa** besitzt eine lockere Subserosa, welche namentlich an den Einbuchtungen des Pansens sehr stark entwickelt ist und oft reichlich Fettgewebe und auch zahlreiche Nervenfasern enthält. Sie überbrückt die Spalten und Rinnen am Wanste. Der unter den Zwerchfellpfeilern und den Lumbalwirbeln liegende Theil besitzt keine Serosa.

Die **Blutgefässe.** Ihre Stämme liegen in der Submucosa und z. Th. in dem Bindegewebe zwischen beiden Muskelschichten (der Intermuscularis) und in der Subserosa. Von hier aus werden die betr. Häute in bekannter Weise mit Gefässen versorgt. Die Propriagefässe bilden schöne, subepitheliale Capillarnetze. In die makroskopischen Zotten treten ein oder mehrere Blutgefässstämme central ein und verästeln sich netzartig. Wenn der Stamm mehr auf einer Seite liegt, dann ist die Zotte asymetrisch, indem die betreffende Seite sich stärker entwickelt hat und colossale Epithelbuchten aufweist (Pauntscheff). In den mikroskopischen Papillen findet man einfache Gefässschlingen, nur selten kleine Netze.

Die **Lymphgefässe** beginnen mit feinen Spalten im Epithel und in dem Gewebe der Zotten. Ihre Stämme liegen in der Submucosa. Ein Lymphgefässnetz liegt in der Subserosa.

Die **Nerven** des Pansens sind meist marklos, z. Th. aber auch markhaltig. Sie begleiten die Gefässe. Die feineren Aestchen kann man bis in die tieferen Epithellagen verfolgen. Wie sie aber hier enden, konnte ich nicht sicher eruiren. Gewisse Bildungen liessen sich als Nervenendzellen auffassen. Ganglien findet man in der Submucosa, in dem Bindegewebe beider Muskelschichten, namentlich aber in der Intermuscularis. Ihre Form ist verschieden. Einmal findet man die Ganglienzellen in kleinen rundlichen oder länglichen Häufchen an Kreuzungsstellen, oder man sieht sie unregelmässig an und zwischen den Nervenstämmchen liegen, oder man bemerkt, dass sie in Form eines ein- oder mehrschichtigen Zellkranzes oder hohlen Stranges rund um dieselben herum angeordnet sind.

2. Die Haube (Reticulum).

Makroskopisches. Die Schleimhaut bildet nach innen eigenthümliche Falten oder Leisten, die man nach ihrer verschiedenen Grösse in 4 Arten unterscheiden kann. Die grössten beginnen im Vorhof und verlaufen in Form von Kreisbögen, deren Centrum ungefähr durch die Cardia hergestellt wird, zur Schlundrinne. Zwischen je 2 Leisten bleibt eine Rinne. Diese Rinnen werden durch etwas niedrigre Querfalten in eckige, wabenformige Fächer, diese durch noch niedrigere Falten abermals in kleinere Räume abgetheilt etc. Die Leisten sind an ihren Seitenwänden und freien Rändern, ebenso wie der Boden der Fächer mit kleinen, meist kegelförmigen Hervorragungen (makroskopischen Papillen) besetzt.

Der Haubeneingang (Vorhof) ist wie der Pansen mit spatenartigen Papillen versehen, die sich reihenartig anordnen und oft gruppenweise an ihren Seitenrändern zu kleinen Leistchen verwachsen und so allmählich in die eigentlichen Haubenleistchen übergehen. Am Haubenausgang stehen, soweit er nicht die Schlundrinne betrifft, Leisten und Papillen; in der Schlundrinnenregion desselben findet man gewaltige haken- und krallenförmige, vogelklauenartige Papillen.

Mikroskopisches. a) Die **Schleimhaut** gleicht in ihrem Baue der Pansenschleimhaut. Die Muscularis mucosae ist ebenso rudimentär wie im Pansen. (Franck, Pauntscheff u. A. beschreiben eine gut ausgebildete Muscularis mucosae). Die Epithelzellen enthalten gleichfalls Fetttropfen und wie mir scheint nicht mehr als dort. Drüsen und Follikel fehlen

auch hier. Besonders zu erwähnen ist aber, dass sich in den Leisten Muskulatur befindet, welche aus Bündeln besteht, deren Fasern mit der Längsachse der Leisten verlaufen. Dieses verhältnissmässig starke Muskelblatt verdickt sich gegen den freien Rand der Leiste. Einen Zusammenhang mit der Wandmuskulatur konnte ich nicht nachweisen.

Jede Haubenzelle besteht aus contractilen, in der Längs- aber nicht in der Höhenrichtung verkürzbaren Seitenwänden und einem contractilen Boden.

b) Die **Muskelhaut** ist verhältnissmässig sehr stark und besteht aus 2 einander spitzwinklig kreuzenden, von der Schlundrinne ausstrahlenden mehr oder weniger circulären Faserlagen. Die innere dickere (ca. 3 *mm*) stammt z. Th. von der Längsfaserlage, die äussere dünnere (ca. 2 *mm*) von der Querfaserlage der Schlundrinne. Beide Schichten umfassen die Haube gurtartig.



Fig. 397. Querschnitt durch eine Haubenleiste. *a*) Hornschicht. *b*) Epithel. *c*) Papillen. *d*) Propria mucosae. *e*) Leistenmuskulatur. *f*) Makroskop. Papille der Leiste.

c) Die **Serosa** verhält sich wie im Pansen. Ebenso ist es mit den Blut- und Lymphgefässen der Fall. In den Leisten verlaufen die Blutgefässe theilweise der Länge nach, theilweise steigen sie senkrecht in ihnen auf.

An Nerven und Ganglien ist die Haube auffallend reich. Erstere sind in ihrer Verbreitung leicht bis in's Haubenepithel zu verfolgen.

Die **Schlundrinne.** a) Die glatte weiche und verschiebbare gefässreiche Schleimhaut ist ein wenig pigmentirt und im hinteren Theile mit einzelnen langen, spitzen, oft gebogenen Papillen, die sich in die Psalterblätter fortsetzen versehen und auf der Innenseite der Lippen mit Ausläufern von Haubenleisten resp. den Anfängen der Psalterblätter besetzt. Sie besitzt eine lockere Submucosa, eine ziemlich starke Muscularis mucosae und ein niedriges und unvollkommenes Corpus papillare. In der Propria mucosae kommen Leucocytenhaufen (Lymphfollikel) vor, die oft von der Muscularis mucosae bis zum Epithel reichen. Das Epithel ist verhältnissmässig niedrig, bildet aber oft bedeutende, drüsenartige, haarfollikelähnliche Einbuchtungen. b) Die Muscularis besteht aus folgenden Schichten. Am meisten nach aussen liegt eine sehr dünne und unvollständige, unterbrochene doppelte, selten dreifache Schicht quergestreifter Muskulatur. Die quergestreiften Fasern liegen am meisten nach aussen longitudinal, dann folgen transversal und dann wieder longitudinal gerichtete Fasern. Zwischen den letzteren kommen auch Fascikel glatter Muskulatur, welche gewissermaassen der Longitudinalis des Darmcanales entsprechen, vor. Dieser Lage folgt nach innen glatte Muskulatur und zwar erst eine Quer- und dann eine Längsfaserlage, welch letztere sich in die Psalterblätter fortsetzt und als Muscularis mucosae angesehen werden kann. — Die Lippen der Schlundrinne werden wesentlich durch eine mächtige Längsfaserschicht gebildet, welche am mittleren Theile (Deckel

der Schlundrinne fehlt. Bei einem Querschnitt durch eine Lippe bemerkt man in der Mitte einen starken, quergeschnittenen Muskelzug. Dieser ist peripher von einer dünnen, nicht zusammenhängenden Muskellage (muscularis mucosae) bogenartig umspannt, während gegen die Lippenbasis hin eine dritte Muskelschicht, deren Fasern quer verlaufen und mit der Längsfaserschicht der Rinne in Verbindung stehen, liegt. Die Bündel beider Lippen kreuzen einander an der Psalteröffnung, die des linken Bündels gehn in Haubenmuskulatur, die des rechten in die Längsmuskulatur der Psalterbrücke und des Labmagens über. c) Die Serosa ist stark entwickelt, enthält grosse Blutgefässe und Leucocytenhaufen.

3. Der Psalter (Omatus).

Makroskopisches. Die innere Fläche des Psalters ist durch einen eigenthümlichen Blätterapparat gekennzeichnet. Die Blätter stellen Längsfalten wesentlich der Schleimhaut dar, deren freier Rand gegen die Psalterrinne gekehrt ist. Die nähere Beschreibung dieser Verhältnisse gehört in die Anatomie. Die ganze Psalterschleimhaut, also wesentlich die freien Flächen und Ränder der Blätter sind mit makroskopischen Papillen bedeckt,

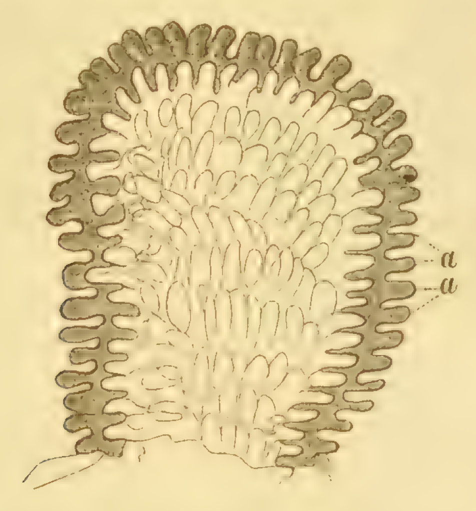


Fig. 398. Keulenförmige Psalterpapille einer Kuh, vom Epithel befreit.

welche in der Haubenseite des Psalters gross und spitz (cf. Fig. 155 und 156, S. 236, Spitze Papillen aus dem Psalter einer Kuh, mit und ohne Epithel), in der Labmagenseite aber klein, rundlich, knötchenartig und kornig sind, so dass die Blätter sich vorn mit einer Egge, hinten mit einer Hufraspel vergleichen lassen. Das Segel ist auf der Psalterseite mit körnigen Papillen bedeckt. Es stellt eine Falte dar, die vorn eine cutane, hinten eine Drüsenschleimhaut besitzt, erstere gehört dem Psalter, letztere dem Labmagen an. Die Falte hat demnach eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Gaumensegel.

Mikroskopisches. a) Die **Schleimhaut** ist frei von Drüsen und Follikeln und zeigt im Wesentlichen denselben Bau wie die des Pansens und der Haube, unterscheidet sich von diesen aber dadurch, dass eine echte Muscularis mucosae vorhanden ist, deren Fasern longitudinal gerichtet sind und von welcher Muskelfasern in die mikroskopischen Papillen ausstrahlen. Diese Muskelhaut setzt sich auch in die Blätter

fort (Seitenmuskulatur der Blätter), verbreitert sich gegen den freien Rand derselben und geht auch in das Velum über.

b) Die **Muskelhaut** besteht aus einer äusseren dünnen Lage, deren Fasern longitudinal von der Hauben- bis zur Labmagenöffnung verlaufen und aus einer inneren dickeren, circulären Lage, deren Fasern quer zum Längsdurchmesser der Brücke gerichtet sind, deren Quermuskulatur darstellen und von hier aus gurtartig den Psalter umfassen. Diese innere Schicht erstreckt sich theilweise auch in die Blätter und bildet deren Achsen- oder Centralmuskulatur.

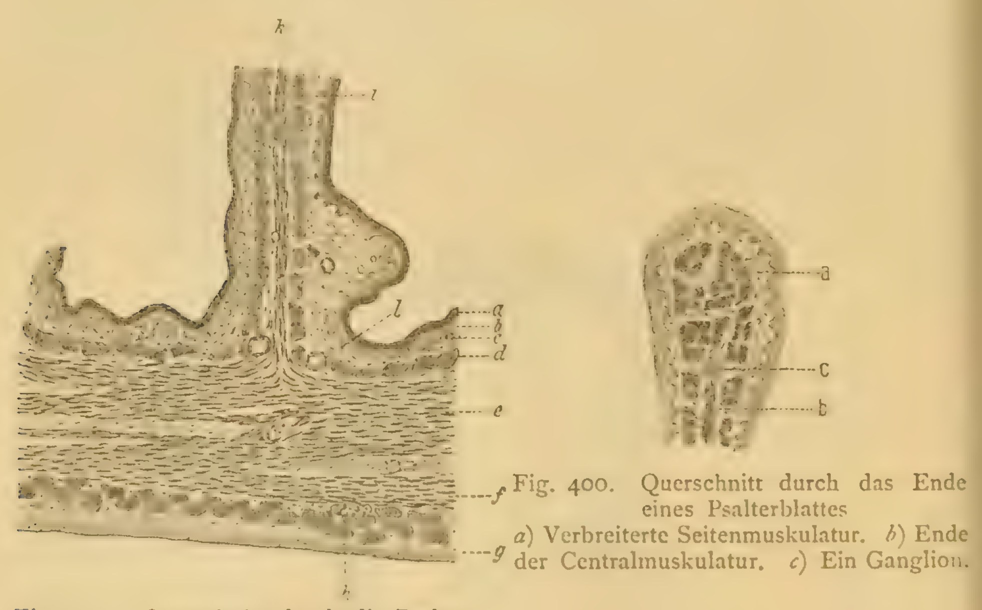


Fig. 400. Querschnitt durch das Ende eines Psalterblattes
a) Verbreiterte Seitenmuskulatur. *b*) Ende der Centralmuskulatur. *c*) Ein Ganglion.

Fig. 399. Querschnitt durch die Psalterwand und der Anfang eines Blattes.
a) Hornschicht. *b*) Epithel. *c*) Propria auf Papillarkörper. *d*) muscol. mucosae. *e*) Muscularis, innere Schicht. *f*) Aeussere Schicht (*f* zeigt zu hoch). *g*) Serosa. *h*) Ein Ganglion. *l*) Seiten- *k*) Axenmuskulatur des Blattes.

An der Brücke kann man 3 Muskelschichten unterscheiden: a) eine innere longitudinale, die sich an der Psalterlabmagenöffnung gabelig spaltet und in deren Seitenränder übergeht; b) eine mittlere dicke querverlaufende, welche an der Psalterlabmagenöffnung einen Sphincter bildet und c) eine äussere longitudinale dünne Schicht.

Die **Blätter** stellen nicht nur einfache Verdoppelungen resp. Faltungen der Schleimhaut dar, sondern nehmen auch noch einen kleinen Theil der Muskelhaut in sich auf. In der Mitte eines jeden Blattes liegt ein Muskelblatt, dessen Fasern von der Basis gegen den freien Rand verlaufen (Centralmuskulatur) und dort an dem sog. Randwulst enden, der aus Längsfasern gebildet ist und vielleicht zu der Leistenmuskulatur der Haube in Beziehungen steht. Beiderseits schliesst sich an das Muskelblatt eine Bindegewebslage an, dieser folgt wieder jederseits ein

Muskelblatt (Seitenmuskulatur), deren Fasern von der Hauben- zur Labmagenöffnung verlaufen. Sie verdickt sich am freien Rande und, indem sich beide mit einander vereinigen, entsteht der gen. Randwulst. Auf das Muskelblatt folgt nach aussen jederseits die Propria mucosae und darauf das Epithel. Letzteres ist in den oberen Schichten verhornt, löst sich postmortal ab und bildet Kappen, Zacken, Hüte (cf. S. 395 u. Abbildung Fig. 236) auf den makroskopischen Papillen. In Bezug auf die Seitenmuskulatur der Blätter ist noch hervorzuheben, dass am Anfang der grossen Blätter an der Haubenöffnung starke Muskelwülste zugegen sind, dass sich diese aber mit dem Höherwerden der Blätter verbreitern und verdünnen.

c) Die **Serosa** zeigt nichts Besonderes.

Die **Blutgefässe** der Wand zeigen keine Besonderheiten. In den Blättern verlaufen die Hauptstämme mit der Centralmuskulatur von der Aussenwand mehr oder weniger senkrecht oder schief gegen den freien Blattrand, geben rechts und links Zweige ab und theilen sich zum Schluss in 2 Aeste, die sich bogenformig mit den entsprechenden Aesten der benachbarten Gefässe verbinden. Die abgegebenen Zweige verlaufen jederseits in der Submucosa der Blätter, treten mit ihren Aestchen durch die Muscularis mucosae und verzweigen sich in dem Propriagewebe in der bekannten Art und Weise.

Die **Lymphgefässe** bilden zusammenhängende Capillarnetze in der Schleimhaut und liegen tiefer als die Blutgefässe. Ihre Stämme finden sich in der Submucosa.

Die **Nerven** sind sowohl in den Blättern als in der Wand mit Ganglien versehen.

4. Die Schlundabtheilung des Pferdemagens (Vormagen des Pferdes).

Ueber die Schichtung cf. »Magen«. Die Schleimhaut dieser Magenabtheilung stellt eine drüsenlose, follikelfreie, ziemlich derbe, mit mehrschichtigem Plattenepithel bedeckte, mit einem mikroskopischen Papillarkörper, einer gut entwickelten Muscularis mucosae und einer lockeren Submucosa ausgestattete Membran dar. Makroskopische Papillen fehlen (s. d. Kapitel »Pferdemagen«).

5. Die Schlundabtheilung des Schweinemagens.

Sie verhält sich ganz ähnlich der des Pferdemagens; nur erscheint mir der Papillarkörper niedriger und die Epithelschicht schwächer. Es sind weder Drüsen noch Follikel, noch makroskopische Papillen zugegen.

II. Der Mittel- und Enddarm.

Hierher rechnen wir den Drüsenmagen und den ganzen Darmkanal im engeren Sinne. Die Wand des Darmschlauches wird durch eine Drüsen-, eine Muskel- und eine seröse Haut gebildet. Allen drei Häuten gemeinsam ist ein Stützgerüst, das in den einzelnen Darmpartien nur geringe Verschiedenheiten erkennen lässt.

a) **die allgemeine Schichtung.** Die Drüsenhaut, die innerste Schicht begrenzt das Darmlumen direkt und ist gegen dasselbe mit einem Cylinderepithel bedeckt.

Sie enthält schlauchförmige, meist einfache, mehr oder weniger senkrecht und verhältnissmässig dicht neben einander stehende Drüsen und oft auch Lymphfollikel. Dem blinden Ende der Drüsentubuli liegt eine stratum musculare an, welches Muskelfasern zwischen den Drüsen in die Höhe sendet. Diesem folgt nach aussen die lockere Submucosa, die im Duodenum und dem Anfangstheile des Jejunum Drüsen enthält.

Nach aussen von der Mucosa liegt die Muscularis. Sie besteht aus 2 Schichten, von denen die innere dickere einen circulären, die äussere dünnere einen longitudinalen Faserverlauf erkennen lässt.

Die Serosa liegt am meisten nach aussen und ist meist locker durch die Subserosa an die Muscularis befestigt. Sie ist aussen mit einem einschichtigen Plattenepithel bedeckt.

b) **Das Stützgerüst.** Dasselbe ist bindegewebiger und elastischer Natur und ragt vom Epithel der Serosa bis zu dem der Mucosa. In seinen Lücken liegt das sonstige Baumaterial der Darmwand.

α) Das Bindegewebsgerüst ändert seine Formation in den verschiedenen Wandschichten. In der Serosa ist dasselbe dicht und feinfaserig und schliesst sich durch eine dichte Grenzschicht (Glashaut) nach aussen ab. In der Subserosa wird das Gerüst lockerer und lacunär. In der Muscularis wird es durch grössere flächenartig ausgebreitete Balken (Blätter) repräsentirt, welche von der Subserosa zur Submucosa verlaufen und die Muskulatur in Bündel trennen, in welche sie wieder kleinere Bälkchen und Balken senden, welche meist Gefässe und Nerven begleiten und das interstitielle Bindegewebe der Muskulatur bilden. In der Submucosa besteht das Bindegewebsgerüst aus z. Th. zarten dünnen, hyalinen, z. Th. dickeren Lamellen und Balken, welche aus fibrillärem Bindegewebe aufgebaut sind und, indem sie sich durchkreuzen und vielfach verbinden ein grossmaschiges Lacunensystem darstellen und die Gefässe und Nerven mit besonderen Schichten umgeben. Dicht an der Muscularis externa einerseits und an der Muscularis mucosae andererseits, entsteht je eine dichtere Bindegewebsschicht aus wesentlich longitudinal gerichteten Fasern.

Nach innen sendet die Submucosa Balken und Häutchen durch die muscularis mucosae in die Propria mucosae. Hier lösen sich dieselben zunächst in lockeres Bindegewebe auf und bilden eine zusammenhängende subglanduläre Schicht, welche die muscularis mucosae von oben bedeckt und den Drüsenfundus von unten umgiebt und oberflächlich cytogen ist. Von dieser Schicht steigen gefässhaltige Bindegewebsscheiden resp. Röhren an den Drüsen in die Höhe und bilden so ein Wabensystem mit je einem Fach für jede Drüse. Von diesen Scheiden gehen feine Fäserchen und Häutchen in die Zwischenräume der Drüsen und bilden dort ein feinmaschiges reticulirtes Gewebe. Hier verliert das intertubuläre Bindegewebe den rein fibrillären Charakter und bildet eine Uebergangsform zwischen fibrillärem und cytogenem Gewebe. An einzelnen Stellen und im Allgemeinen auch in der dem Epithel naheliegenden Partie nimmt es ganz den cytogenen Charakter an.

β) Das elastische Netz liegt in dem Bindegewebsstratum und besteht aus feinen elastischen Fasern, die sich in bekannter Weise zu einem vom Epithel der Serosa zu dem der Mucosa reichenden Netze verbinden und die Darmdrüsen umspinnen.

Im Magen und Anfangstheile des Duodenum ist das Netz am engmaschigsten. Die Magenwand ist besonders reich an elastischem Gewebe und daher auch hochgradig dehnbar und elastisch.

In dem Gerüste, welches Drüsen, Nerven und Gefässen zur Stütze dient, findet man ausser den fixen Bindegewebszellen noch Leucocyten, Plasma- und Körnchenzellen

und ausserdem Lymphfollikel, glatte Muskulatur und elastische, nicht dem Netz eingefügte Fasern.

A. Der Magen.

Die Wand des Magens wird aus den genannten 3 Häuten aufgebaut.

1. Die **Serosa** ist bei allen Thieren mit einer lockeren Subserosa versehen, die besonders an den Krümmungen des Magens sehr ausgebildet ist.

2. Die **Muscularis** besteht in der Regel aus einer äusseren Längs- und einer inneren Kreisfaserschicht. Die äussere Muskelschicht ist meist die dünnere von beiden; ihre Fasern verlaufen in der Richtung des Längsdurchmessers des Magens. Die innere dickere Schicht ist eine Ringfaserschicht, deren Faserverlauf aber, wenn Ausbuchtungen am Magen vorhanden sind, die rein circuläre Richtung verliert, indem die Fasern von der Cardia und der kleinen Curvatur ausgehend über die Ausbuchtungen schief hinweglaufen und dieselben gurtartig umfassen. Am Pylorus vermischen sich beide Faserschichten. Die Ringfaserschicht erreicht hier eine bedeutende Mächtigkeit und bildet den sphincter pylori; beim Pferde ist auch die Längsfaserschicht am Pylorus verstärkt. — Bei einigen Thierarten kommt zu den beiden genannten Muskel-Straten noch eine besondere schiefe Schicht hinzu.

3. **Die Drüsenhaut oder Schleimhaut.** Die innere Oberfläche der Magenschleimhaut lässt gröbere und feinere Zeichnungen erkennen. Mit unbewaffnetem Auge erkennt man Falten und Furchen. Die letzteren verlaufen entweder beiderseits allmählig oder stossen mit anderen winklig zusammen und bedingen eine Felderung der Magenschleimhaut. Mit der Lupe constatirt man sodann, dass die Oberfläche so durchlöchert ist, dass sie je nach der Thierart einem klein- oder grosslöcherigen Sieb gleicht. Zwischen den Löchern befinden sich kammförmige Wälle, die Magenleisten. Die Löcher stellen den Eingang in die sogenannten Magengruben (Donders) oder Drüsenausgänge (Heidenhain) dar, welche trichter-, kegel- oder cylindrisch-schlauchförmige Einsenkungen der Schleimhautoberfläche sind, zwischen denen oft Zotten, als Fortsetzung der die Magengrübchen trennenden Septen auftreten.

Die Schleimhaut besteht aus dem stratum submucosum, musculare, proprium, (s. glandulare) und epitheliale.

a) Das **stratum submucosum** ist stark entwickelt und sehr lockermaschig, sodass die Schleimhaut sich beträchtlich in Falten legen kann und leicht verschiebbar ist (über den Bau s. vorn).

b) Das **stratum musculare** besteht aus glatter Muskulatur und ist verhältnissmässig stark. Man kann an demselben trotz der Verflechtungen ihrer Muskelbündel doch meist zwei Schichten, eine mit longitudinärer und eine mit circulärer Faserrichtung unterscheiden.

c) Das **stratum proprium** besteht aus mehr oder weniger dicht nebeneinander liegenden Schlauchdrüsen und dem dieselben tragenden und verbindenden Substrate.

α) Das **Substrat** der Schleimhaut hat, wie angegeben, als Grundlage ein elastisches Netz und Bindegewebe und enthält viel Muskelzellen, Gefässe und Nerven und event. auch Lymphfollikel. Die elastischen Elemente sind sehr reichlich vorhanden. Das interglanduläre Bindegewebe ist reticulirt und gegen das Epithel hin cytogen. Unter den Drüsen liegt auf der Muscul. muc. eine glasartige Schicht von compactem, fibrillärem Bindegewebe (die basale Subglandularschicht). Zwischen dieser und dem Drüsenfundus findet man eine reiche Einlagerung von Leucocyten, d. h. eine cytogene Schicht; in dieser treten begrenzte Anhäufungen leucocyterer Zellen auf, die Lymphfollikeln gleichen. Auch echte Follikel kommen in der Schleimhaut vor und dies besonders in der Pylorusgegend. Sie ragen meist von der basalen Schicht in die Höhe, verdrängen die Drüsen und erreichen zuweilen sogar die Oberfläche, welche dadurch uneben wird.

Wanderzellen trifft man überall in der Magenwand. Sie liegen oft, namentlich subepithelial so dicht, dass das Grundgewebe kaum zu erkennen ist. Jedoch ist der Reichthum an Lymphoidzellen sehr wechselnd. — Ausser ihnen kommen im Zwischengewebe noch viele sternförmige Fortsatzzellen, die den Drüsenzellen dicht anliegen und in der subglandulären Schicht viele Plasmazellen, namentlich an den Blutgefässen, vor.

Muskelgewebe tritt im Zwischengewebe des stratum glandulare sehr reichlich auf, namentlich schmiegt es sich den Drüsenscheiden und dem Drüsenfundus an und nimmt um die Drüsenmündungen einen circularen Verlauf an. Es ragt auch in die **Zotten**, welche, papillenähnliche, mehr oder weniger cylindrische Vorsprünge der interglandulären Septen hinauf.

Die Zotten sind entweder lang und schmal oder kurz und dick und finger- oder mehr oder weniger kegelförmig. Sie bestehen aus sehr zartem, fast ganz gleichmässig erscheinendem Bindegewebe und sind mit dem Magenepithel bekleidet. Sie sind am dichtesten gelagert und am längsten in der Pylorusgegend des Magens. — In Bezug auf das Substrat der Schleimhaut ist noch erwähnenswerth, dass in demselben, namentlich in der Belegzelldrüsenregion in ziemlich regelmässigen Entfernungen dickere, von der subglandulären Schicht aufsteigende Bindegewebszüge auftreten, welche das ganze Drüsengewebe in Drüsengruppen resp. in Lappen abtheilen. Diese Lappung tritt in Quer- und Flächenschnitten deutlich hervor.

β) Die **Magendrüsen** münden in die Tiefe der Magengruben und zwar in der Regel nicht einzeln, sondern zu mehreren. Die Magengruben können als die Ausführungsgänge der Drüsen betrachtet werden. Der Drüsenkörper stellt entweder einen handschuhfingerähnlichen, blind endenden, gerade oder gewunden verlaufenden, ungetheilten, event. nur gegabelten oder einen solchen Schlauch dar, der sich in viele Aeste, die sich schlängeln und winden und event. Ausbuchtungen von verschiedener Gestalt besitzen, theilt. Die einfachen Schlauchdrüsen sitzen mehr in der Fundus-, die zusammengesetzten mehr in der Pylorusregion des Magens. Vor der Einmündung in die Magengruben wird in der Regel der Drüsenschlauch enger (Drüsenhals).

Nach der Structur unterscheidet man an den Magendrüsen die

Drüsenwand und die Drüsenzellen. Erstere wird, nach meiner Ansicht wenigstens, bei den Belegzelldrüsen nicht durch eine besondere Membrana propria, sondern direct durch das aus Bindegewebe, elastischen Elementen, Muskelfasern, Gefässen und Nerven bestehende intertubuläre Gewebe gebildet. Nach der Beschaffenheit der Drüsenzellen lassen sich bei allen Hausthieren mindestens 2 Arten von Magendrüsen feststellen.

Die Thatsache des Vorhandenseins zweier Arten von Magendrüsen wurde schon von Bischoff bemerkt. Wassmann nannte die eine Art derselben, welche nach ihm nur die sog. Labzellen enthielt, die Pepsin- oder Lab- und die andere, Cylinderepithel führende Art: Schleimdrüsen. Erst durch Heidenhain und Rollet sind wir, nachdem schon Kölliker auf 2 Zellarten in den Labdrüsen aufmerksam gemacht hatte, mit dem wahren Bau beider Drüsenarten bekannt gemacht worden.

Heidenhain hat die Labdrüsen nach dem Sitze derselben im Hunde- und Menschenmagen als Fundus- und die Schleimdrüsen als Pylorusdrüsen bezeichnet. Die Vertheilung beider Drüsenarten im Magen ist nach der Thierart verschieden. Im Allgemeinen liegen die Pylorusdrüsen einerseits in der portio pylorica und andererseits in der Cardiaregion des Magens. Beide Regionen stehen durch einen schmalen, an der kleinen Curvatur von der Cardia zum Pylorus führenden, Pylorusdrüsen enthaltenden Schleimhautstreifen mit einander in Verbindung.

Die Ausdehnung der Cardiazone ist sehr verschieden, von einem einfachen Ringe (Mensch) bis zu grossen Säcken. Zwischen der Cardia- und Pylorusdrüsenzone sitzt die Fundusdrüsenzone. Diese Region geht beiderseits allmählich in die genannten Zonen über. Es bildet sich nämlich jederseits eine sog. Intermediärzone. Diese enthält Fundus- und Pylorusdrüsen gemischt, aber auch Zwischenstufen zwischen beiden Drüsenarten z B. Fundusdrüsen mit wenig Belegzellen. Diese Zone ist beim Menschen und beim Hunde am breitesten, dann folgt die Katze und dann die übrigen Thiere — Am Uebergange des Magens in den Darm gehen die Pylorusdrüsen allmählich in die Brunner'schen Drüsen über, indem sie die muscul. muc. durchbrechen

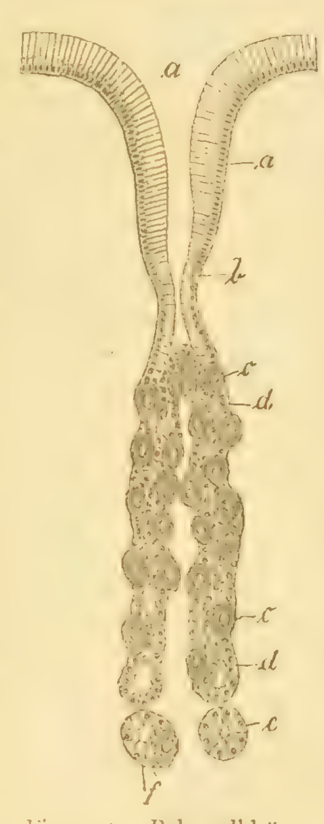


Fig. 401. Belagzelldrüse vom Hund.
a Drüsenausgang; *b* Drüsenhals; *c* Belagzellen; *d* Hauptzellen; *e* Querschnitt mit Hauptzellen: *f* Querschnitt mit einer Belagzelle.

1. Die **Fundusdrüsen** (Belegzelldrüsen, einfache Magendrüsen) stellen handschuhfingerähnliche, oder gegabelte Schläuche dar. Sie sind länger, enger und dichter gelagert als die Pylorusdrüsen. Der Drüsenausgang, welcher bedeutend kürzer als der der Pylorusdrüsen ist, wird mit den hohen, hellen Cylinderzellen des Oberflächenepithels ausgekleidet. Dicht am Drüsenausgang im engsten Theile des Halses sitzen beim

Hunde cubische, fein granulirte, kleine, undeutliche Zellen (inneres Schaltstück); dann folgt eine breitere Partie mit dachziegelartig gelagerten, dunklen, den Belegzellen ähnlichen Zellen, zwischen denen zerstreut auch kleine eckige Zellen vorkommen können (äusseres Schaltstück).

Im Drüsenkörper constatirt man zwei Zellarten:

a) grosse, dunkle, deutlich hervortretende (delomorphe, δῆλος: deutlich, offenbar), dicht granulirte und

b) hellere, kleinere, undeutliche (adelomorphe) Zellen (Rollet). Heidenhain hat die ersteren Beleg-, die letzteren Hauptzellen genannt. Beide Zellarten sind sowohl durch ihre Structur, als auch durch ihre Lage deutlich von einander zu unterscheiden.

Die deutlichen, delomorphen oder Belegzellen sind kugelig, oval, dreieckig, polyedrisch oder linsenförmig von Gestalt, uneben und zackig, erscheinen dunkler als die Hauptzellen, sind dicht und fein granulirt, glänzend, enthalten Fettkörnchen und zuweilen kleine Vacuolen und verhalten sich gegen Reagentien wie eiweissartige Gebilde. Sie zeigen oft Proliferationsstadien und sind mehrfach mit Fortsätzen, die sich gegen das Drüsenlumen erstrecken, versehen. Ihre Grösse wechselt und ist nach Lage, Verdauungsstadien und Thierart verschieden. Immer aber sind sie grösser als die Hauptzellen; zuweilen sind sie so gross und mit Buckeln versehen, dass sie an Riesenzellen erinnern. Ihr Kern ist verschieden gestaltet und gelagert; oft sind 2 ja 3 Kerne vorhanden.

Die Belegzellen färben sich leicht durch die meisten Anilinfarben, besonders Anilinviolett und Anilinschwarz; bei Behandlung mit Osmiumsäure nehmen sie ein dunkles bis schwarzes Ansehen an. Verdünnte Mineralsäuren hellen den Zellleib auf, ohne dass aber die Körnung verschwindet; auch organische Säuren hellen den Zellleib unter Aufquellen auf; in concentrirten Mineralsäuren schrumpfen sie. In verdünnten Alkalien schwindet die Körnung des Zellleibes.

Die undeutlichen, adelomorphen, Hauptzellen sind grob und nicht dicht granulirt, erscheinen also heller. sie sind meist von keil- oder kegelförmiger Gestalt mit polyedrischer Basis, wenig scharf begrenzt, nehmen Farbstoffe schwer oder gar nicht an und finden sich häufig im Stadium des Zerfalls. Sie sind höher (radiär zum Lumen) als die Belegzellen, welche breiter und länger sind.

Ausser diesen beiden Zellenarten kommen Uebergangszellen vor, d. h. z. B. solche, die in Bezug auf Grösse und Gestalt den Haupt-, in Bezug auf Körnung, Färbung etc. den Belegzellen gleichen etc.

Was die Lagerung der Zellen anlangt, so lehrt Heidenhain, dass die Hauptzellen das Lumen allseitig begrenzen und eine einfache ununterbrochene Schicht bilden, während die Belegzellen sich zwischen diese Schicht und die membrana propria einschieben und unter Umständen auch in buckelartigen Ausbuchtungen der letzteren liegen. Sie bilden kein zusammenhängendes Stratum, senden wohl auch Fortsätze zwischen den Hauptzellen hindurch gegen das Lumen und drängen sich auch wohl von aussen zwischen 2 Hauptzellen ein.

Am deutlichsten treten diese Verhältnisse an Querschnitten durch den mittleren Theil der Drüsen hervor. An diesen sieht man einen das Lumen umgebenden Kranz von Hauptzellen und von diesen nach aussen einzelne Belegzellen.

Das Zahlenverhältniss der beiden Zellarten zu einander ist verschieden je nach dem Thätigkeitszustande der Drüsen und dem Drüsenabschnitte. Am dichtesten liegen die Belegzellen in den mittleren Partien des Drüsenschlauchs, seltener am Drüsenfundus. In den mittleren und z. Th. auch oberen Partien liegen sie oft so dicht, dass man an Drüsenlängsschnitten die Hauptzellen ganz übersieht. Im Drüsenausgange kommen zuweilen auch Belegzellen vor. Im Drüsenfundus fehlen sie oft ganz und gar. Auch die Art und Weise, wie sie zu den Hauptzellen liegen, ob zwischen oder nach aussen von ihnen ist nach dem Schlauchabschnitte verschieden.

Bemerkenswerth ist, dass nach Kupfer, Edinger u. A. manchmal die Belegzellen fehlen, (z. B. bei hohem Fieber, anhaltendem Hungern), und dass zerstreut Drüsen vorkommen, die von oben bis unten mit Cylinder-Epithel bekleidet sind (Kupfer). Während der Thätigkeit der Drüsen sah ich Zahl und Grösse der Belegzellen zunehmen. Vollständiges Fehlen derselben beobachtete ich auch bei 3-tägigem Hungern der Thiere nicht.



Fig. 402. Labdrüsen des Hundes. 1) im Hunger-, 2) u. 3) im Thätigkeitszustande; 4) Quer- u. Schrägschnitte (Frey).



Fig. 403. Pylorusdrüse (nach Heidenhain). *a* Drüsenausgang; *b* Drüsenkörper, in den Windungen mehrfach durchschnitten.



Fig. 404. Schema einer Pylorusdrüse (vom Schwein).

2. Die Pylorusdrüsen (zusammengesetzte Magendrüsen, Hauptzelldrüsen) liegen weniger dicht als die Fundusdrüsen und sind kürzer. Sie beginnen zu je 1 oder mehreren an tieferen, weiteren Schleimhautgruben, verlaufen dann meist geschlängelt und gabeln sich oft mehrfach. Bei manchen Thieren haben die Aeste buckelartige, acinöse Ausbuchtungen, so dass die Drüsen den tubulo-acinösen Charakter annehmen und der Drüsenkörper einem primären Drüsenlobulus entspricht, der bis an die musc. muc. reicht. Sie gleichen, namentlich nahe am Pylorus oft ganz und gar den Brunner'schen Knäueldrüsen. Die Länge der Pylorusdrüsen ist wechselnd, weil die Schleimhaut wellenförmige Erhöhungen und Vertiefungen erkennen lässt, und weil ihre Dicke in den verschiedenen Regionen verschieden ist. Der Drüsenkörper enthält nur eine Art von Zellen, die den adelomorphen Funduszellen ähnlich, aber nicht gleich sind. Sie stellen kleine cubische oder conische Zellen dar, welche fein granulirt und deutlich von den Nachbarzellen abgegrenzt sind.

Sie sind vom Oberflächenepithel sehr verschieden; sie sind feiner granulirt, kleiner und bilden niemals Düten oder Becher, haben eine breite Basis und einen abgeplatteten Kern; während unter dem Epithel oft Ersatzzellen sitzen, kommen solche unter den Drüsenzellen niemals vor. Sie färben sich mit Carmin total; während sich die Oberflächenepithelzellen nur in den Kernpartien farben, sind niedriger als diese und haben einen rundlichen, ziemlich grossen, der membrana propria nahe liegenden Kern. Sie sind sehr empfindlich gegen Reagentien. Von den Adelomorphzellen der Fundusdrüsen unterscheiden sie sich durch dichtere und feinere Granulirung, deutlichere Begrenzung und stärkere Resistenz. Sie enthalten etwas Mucin und trüben sich leicht bei Behandlung mit Essigsäure.



Fig. 405. Fundusdrüsenschnitt vom Pferd. Zeigt die Uebergänge der Zellarten in einander (nach Flesch).

Von einigen Autoren (Stöhr, Nussbaum) sind auch in den Pylorusdrüsen Zellen constatirt worden, die den Belegzellen ähneln, aber in geringer Zahl auftreten. Ich habe zwar auch Zellen gefunden, die sich mit Osmiumsäure schwärzten, die aber nach meiner Ansicht den Belegzellen nicht gleichzustellen sind. Sie finden sich an den tiefsten Stellen der Drüsen.

Von manchen Autoren (z. B. Edinger, Stöhr, Kupfer, Trinkler, Schiefferdecker, Toldt) wird bezweifelt, dass die Haupt- und Belegzellen besondere Zellarten sind. Sie betrachten dieselben vielmehr als Entwicklungs- und Thätigkeitsstadien derselben Zellart. Ich habe mich früher dieser Ansicht angeschlossen, bin jedoch in neuerer Zeit in Folge meiner Beobachtungen am Schweinemagen wieder zweifelhaft geworden. Thatsache ist, dass man in den Fundusdrüsen zellige Gebilde findet, die z. Th. den Beleg- und z. Th. den Hauptzellen ähneln, aber keiner der beiden Zellarten gleich sind. (S. nebensteh Figur. Näheres s. Physiologie).

Nach meiner Ansicht sind die in der Cardiagegend vorkommenden den gegen den Pylorus hin auftretenden Drüsen nicht gleich. Erstere gleichen bei manchen Thierarten mehr den Eiweiss-, letztere mehr den Schleimdrüsen, und möchte ich zwischen Cardia- und Pylorusdrüsen unterschieden wissen und demnach 3 Drüsenarten, die Cardia-, Fundus- und Pylorusdrüsen unterscheiden.

d) Das stratum epitheliale sitzt der Schleimhautoberfläche auf, überzieht alle Vorragungen und senkt sich in alle Vertiefungen ein. Daher findet man, dass die Drüsenausgänge (Heidenhain) mit Oberflächenepithel ausgekleidet sind. Dieses Epithel besteht aus einer zusammenhängenden Lage von hohen Cylinderzellen und den unter denselben liegenden, keine zusammenhängende Schicht bildenden, kleinen, mehr oder weniger kugeligen oder ovalen sog. Ersatzzellen.

Die Cylinderzellen sind hoch und schmal (35—40 μ), beim Pferde niedriger als bei anderen Thieren, am freien Ende leicht gewölbt, erscheinen homogen und durchsichtig und haben einen matten Glanz. Sie sind in dem der Basalmembran anliegenden Theile fein granulirt, besitzen dort einen länglichen, elliptischen Kern und gehen in einen granulirten, fadenartigen zugespitzten Fortsatz aus, der sich umbiegt und sich der Schleimhaut flach anlegt. Ihre Seiten- resp. Mantelflächen sind durch eine Membran begrenzt. Die gegen den Innenraum des Magens gewandte Fläche ist zwar im frischen Zustande scharf begrenzt, lässt sogar oft das Bild eines niedrigen Saumes, der in den Drüsenausgängen fehlt, wahrnehmen, ist aber membranlos. Das granulirte und kernhaltige Zellende tingirt sich durch Carmin, während der übrige Zellleib keine Farbe annimmt. Eine Anzahl dieser Zellen befindet sich im Zustande der schleimigen Metamorphose und ist offen, ohne dass aber (nach meiner Ansicht) echte Becherzellen zugegen sind. Ein Fädchennetz konnte ich in denselben nicht entdecken. Bei den Härtungs- und Färbungsmethoden tritt oft eine Entleerung der Zellen ein und bleiben dann leere, resp halbleere Düten mit dem kernhaltigen Protoplasmafusse zurück. — Das Vorkommen von Flimmerhaaren habe ich an den Magenepithelien der Haussäugethiere niemals nachweisen können. Wohl habe ich Bilder gesehen, welche die Vermuthung erweckten, dass Wimpern an den Zellen sässen, bei genauerer Betrachtung erwiesen sich diese Haare aber als Fetzen der Zellmembran u. dergl.

Auf den Zotten werden die Zellen gegen die Basis derselben niedriger und breiter, gehen aber noch in 1—2 Fäden aus. Auch bei ihnen ist die periphere Zellabtheilung homogen und schleimhaltig, die basale deutlich granulirt.

Dadurch, dass die Kerne alle basal und zwar in einer Reihe neben einander liegen und dadurch, dass sich zwischen und unter ihnen noch die Kerne der schmalen Basal- oder Ersatzzellen befinden, kommt es, dass man in der Tiefe der Epithelschicht eine förmliche Kernschicht sieht. Die Ersatzzellen bilden oft knospenartig gestaltete Gruppen.

Unter der Epithelschicht soll eine aus Endothelzellen bestehende gefensterte Membran (Watney, Trinkler, Thanhofer) vorhanden sein. Ich vermochte dieselbe nicht nachzuweisen.

Die **Blutgefässe** der Magenwand. Die makroskopischen Verhältnisse sind als bekannt vorauszusetzen. Die von den grossen Gefässstämmen abgegebenen Hauptäste liegen in der Submucosa. Von hier aus gehen Aeste nach aussen an die Muskulatur und nach innen an die Schleimhaut.

Die ersteren verzweigen sich in bekannter Art. Die letzteren durchbohren die

Muscularis mucosae und treten in die Propria mucosae ein und an die blinden Drüsenenden heran Hier erfolgt Theilung. Die Aeste verlaufen nun gerade an den Drüsen in die Höhe gegen das Epithel hin. Während dieses Verlaufs bilden sie einerseits durch Abgabe von Zweigen ein interglanduläres Capillarnetz und andererseits indem sie sich durch Queranastomosen verbinden, ein langmaschiges, periglanduläres, die Drüsen korbartig umgebendes und in der Drüsenscheide liegendes Netz. Dicht unter dem Oberflächenepithel und um die Drüsenausgänge entsteht ein sehr dichtes, engmaschiges Capillarnetz. Da, wo Zotten vorhanden sind, wird in diesen ein ähnliches Gefässnetz formirt wie in den Darmzotten. Dicht unter dem Oberflächenepithel liegt ein Venennetz, welches aus dem Capillarsystem der Drüsen entsteht und Stämmchen bildet, die gegen die Submucosa hinstreben. Die venösen Stämmchen liegen neben den arteriellen. In der Submucosa vereinigen sie sich zu grösseren Stämmen. In der Muskelhaut bilden die Gefässe die bekannten oblongen Netze, die dem Faserverlauf angepasst sind. In der Subserosa liegen stärkere Gefässstämme.

In Bezug auf die **Lymphgefässe**, die Lovén zuerst genauer beschrieben hat, ist zu bemerken, dass sie in der Propria mit wandungslosen Räumen beginnen und dass ihre Hauptstämme submucös liegen und dort ein Netz bilden.

In der Schleimhaut sind senkrechte, intertubuläre Canäle (interglanduläre Sinus), die z. Th. kolbig enden und z. Th ein superficielles Netz bilden und ein zwischen ihnen liegendes Röhrennetz, welches mir wandungslos erscheint, zu unterscheiden. Diese Lymphräume stehen mit einem subglandulären und dieses mit dem submucösen Netz in Verbindung. Ausserdem liegen schalenartig um die Drüsen röhrenförmige Räume, die bis nahe an die Oberfläche der Schleimhaut reichen Sie sind nach aussen von der Drüsenscheide, der innen platte Endothelzellen aufliegen, begrenzt. Diese Aussenwand ist vielfach durch Löcher durchbrochen; durch diese Oeffnungen stehen die periglandulären Räume mit dem Lückensystem des Zwischengewebes in Verbindung. In diesem Hohlraumsystem entspringen kleine Lymphgefässe. In den Zotten bemerkt man der Regel nach keulenförmige Stämmchen. Ausserdem sollen noch perivaskuläre Räume vorkommen. Die Lymphfollikel trifft man am reichlichsten in der Uebergangszone zum Dünndarm an.

Die **Nerven** verlaufen meist mit den Blutgefässen. Sie sind sowohl in der Submucosa als in dem zwischen beiden Muskelschichten gelegenen bindegewebigen Stratum mit Ganglien der verschiedensten Form und Grösse versehen. Bei keiner Thierart habe ich dieselben vermisst.

Specielles. 1. Der **Pferdemagen.** α) Die, ausserordentlich viel elastisches Gewebe enthaltende Serosa bildet an den Magenflächen nur eine schwache, an den Krümmungen dagegen eine sehr bedeutende, mit viel Fettgewebe und grossen Blutgefässen versehene Subserosa. β) Die Muskelhaut besteht aus 3 Schichten. Am meisten nach aussen liegt eine dünne Längsfaserschicht, die mit der Längsfaserschicht des Schlundes zusammenhängt und sich nur an den Curvaturen und am antrum pylori und im Uebrigen, abgesehen vom Schlundsacke, nur in vereinzelten Faserbündeln findet. Sie bildet am antrum pylori eine stärkere, zusammenhängende Längsmuskelschicht. Die zweite ebenfalls mit der Schlundmuskulatur zusammenhängende Muskelschicht formirt an der rechten Magenhälfte und am Pförtner echte Ringtouren, während sie am Schlundsacke einen schrägen Faserverlauf erkennen lässt, indem ihre Fasern von der Cardia aus schräg über den Oesophagealsack hinweg laufen. Am Pylorus tritt diese Schicht in Form einer Wulst (sphincter pylori) auf. Das dritte, in Spiraltouren verlaufende

innerste Stratum, findet sich wesentlich am Schlundsacke und sendet nach rechts nur Ausstrahlungen. Diese Schicht bildet um die Cardia eine starke hufeisenförmige Schlinge, deren Schenkel auseinanderlaufen und sich dabei verbreitern und verdünnen. Die beiden Schenkel werden durch eine zweite, der Mittelschicht zugehörige Schlinge, deren Schenkel sich mit denen der ersten schneiden, verbunden. Zwischen den sich kreuzenden Schenkeln beider Schlingen (sphincter cardiae) liegt die Cardia.

γ) Die Schleimhaut des Pferdemagens besitzt eine, besonders an der Cardia sehr lockere Submucosa, welche sehr reich an elastischen Fasern ist und Ganglien enthält. Die Muscularis mucosae ist zweischichtig. Die Propria lässt zwei durch einen gekerbten Rand, den margoplicatus, scharf geschiedene Abtheilungen unterscheiden (s. Anatomie).

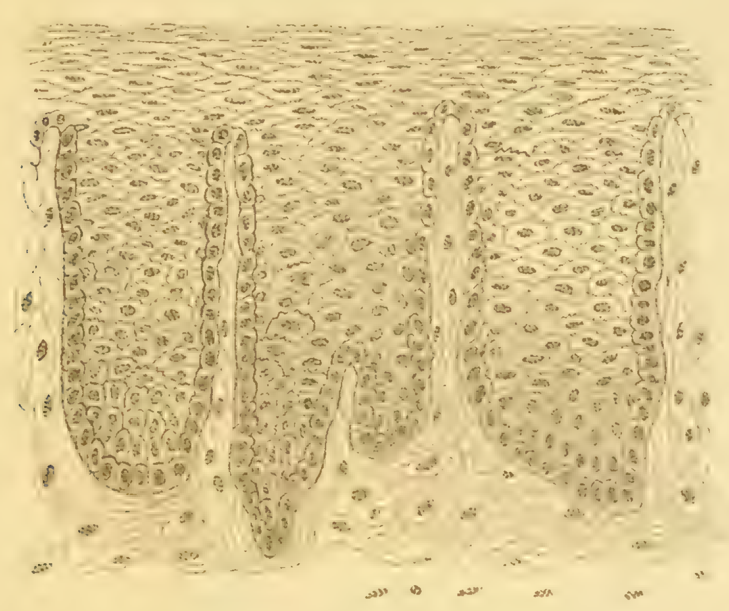


Fig. 406. Epithel und corpus papillare vom Schlundsack des Pferdemagens.

a) Die **Schlundabtheilung** ist morphologisch dem Vorderdarm zuzurechnen (s. vorn). Ihre Schleimhaut umfasst 650—900 *qcm* (Rabe). Ihr stratum epitheliale wird durch ein geschichtetes, reichlich Riffzellen enthaltendes Plattenepithel repräsentirt. Das stratum proprium bildet einen mikroskopischen Papillarkörper. Das bindegewebig-elastische Grundgewebe ist wie vorn beschrieben gebaut.

Im stratum proprium findet man Muskelzellen, aber weder Drüsen noch Follikel. Die Blutgefässe, deren Stämmchen von der Muscularis mucosae senkrecht oder schief aufsteigen, bilden ein subepitheliales Capillarnetz, welches in die Basis der Papillen hineinragt und nach der Höhe derselben ein Stämmchen sendet welches sich daselbst auflöst oder eine Schlinge bildet. Die Nerven sind durch kleine Stämmchen repräsentirt, die, sich auflösend, dem Epithel zustreben und z. Th. in dasselbe eindringen. An ihnen kann man zuweilen spindelförmige ganglionäre Anschwellungen constatiren.

Die Lymphgefässe bilden ein weites Netz mit Varicositäten; sie ragen noch in die Papillen hinein und finden ihre Wurzeln auch in den tieferen Epithelschichten.

b) Der **Drüsenmagen** zerfällt in die bekannten Regionen. Die zuweilen pigmentirte Fundusdrüsenregion nimmt die tiefst gelegene Partie der rechten Magen-

hälfte (curvatura major) ein. Sie ist circa 2 Hände gross; ihre Schleimhaut ist braunroth, runzelig, auf dem Bruche streifig und bedeutend dicker (3—4 *mm*) als die Pylorusdrüsenschleimhaut. Letztere kommt in dem Pylorustheil des Magens, namentlich dem antrum pylori und ausserdem an der kleinen Curvatur und an einem schmalen Streifen dicht am gekerbten Rande (portio cardiaca) vor; sie ist gelblich sammtartig, dünner als die Fundusschleimhaut, am dünnsten in der Cardiaregion (nur 1 *mm*) und am dicksten in dem antrum pylori.

Die einfach tubulösen Belegzelldrüsen, mit kurzen Drüsenausgängen, welche im Drüsenkörper ausser den Beleg- und Hauptzellen auch Uebergangszellen resp. Zwischenstufen beider enthalten, liegen ziemlich dicht und werden durch starke Binde-



Fig. 407. Fundusdrüsen vom Pferd (Flesch).



Fig. 408. Querschnitt einer Fundusdrüse am blinden Ende (vom Pferd).

gewebszüge in Lappen mit je einem Drüsenausgange abgetheilt. Die Belegzellen tragen beim Pferde, zwischen den Hauptzellen liegend, meist mit zur Begrenzung des Drüsenlumens bei, selten liegen sie den Hauptzellen von aussen an und senden dann Fortsätze gegen das Lumen. Sie liegen oft so dicht, dass von Hauptzellen nichts zu sehen ist (cf. Fig. 167 S. 244. Schnitt durch die Magenschleimhaut des Pferdes). Eine membrana propria konnte ich an den Drüsen nicht nachweisen.

Die Pylorusdrüsen sind kürzer, liegen nicht so dicht, sind meist verästelt, namentlich im antrum pylori, woselbst sie allmählich in die Brunner'schen Drüsen übergehen. Ihre Aeste verlaufen verschlängelt und gewunden. In der Cardiaregion sind es kleine Knäueldrüsen, die im Durchschnitt acinös erscheinen. Uebergänge zwischen Schleim- und Labdrüsen habe ich nicht gefunden. In den Intermediärzonen schieben sich beide Drüsenarten zwischen einander.

2. **Der Labmagen der Wiederkäuer.** Die Serosa zeigt nichts Besonderes. Die Muscularis besitzt eine äussere schwache Längs- und eine innere stärkere Kreisfaserschicht, welch' letztere einen starken Schliessmuskel am Pylorus bildet. Die mit lockerer, weitmaschiger Submucosa versehene Mucosa besitzt an ihrer Oberfläche flache Gruben, die durch starke Balken von einander getrennt sind und in denen sich

schmale Leisten zwischen kleineren Oeffnungen, welche die Mündung breiter Ausführungsgänge von Drüsengruppen darstellen, befinden. Zuweilen verschmelzen mehrere Magengrübchen zu grosseren Gruben. Die Magengruben sind breit und tief, cylindrisch (nicht kegelformig), zuweilen gegen die Drüsen breiter als gegen die Mündung. Die Mucosa lasst 2 Regionen unterscheiden. Die vordere Region ist durch grosse Schleimhautfalten ausgezeichnet, die beim Rinde in der Zahl 16, beim Schaf 13—14, bei der Ziege 15 auftreten. Sie entspringen an der Muskelhaut, besitzen aber blos eine muscularis mucosae. Gegen die Pylorusregion hin werden die Falten niedriger und fehlen in derselben. Die Schleimhaut besitzt hier Grübchen und Leisten, ercheint runzelig, ist dicker (0,9—1,2 *mm*) als die Fundusdrüsenschleimhaut (0,2—0,4 *mm*) und enthält eine stärkere muscularis mucosae.

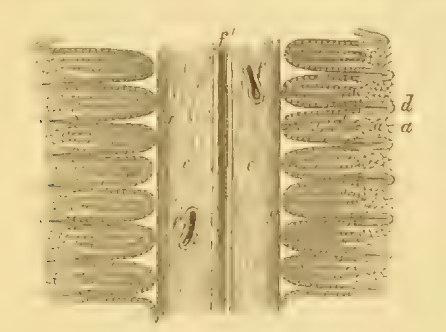


Fig. 409. Querschnitt durch die Labschleimhaut eines Lammes mit Drüsen rechts und links. *c* Submucosa; *g* Muscularis mucosae; *f* Gefässe.

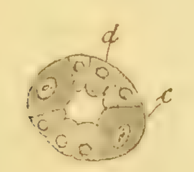


Fig. 410. Durchschnitt durch den äusseren Theil einer Labdrüse des Rindes.



Fig. 411. Pylorusdrüse vom Rind.

In der faltigen Region münden in die Magengruben die durch stärkere Bindegewebszüge getrennten Gruppen von Belagzelldrüsen ohne Verengerung des Schlauchs, (ohne Halsbildung). In der Magengrube sitzt nur am Eingange das, die umgebenden Wälle bedeckende Oberflächenepithel, dann folgen Cylinderzellen, die gegen den engeren Drüsenkörper niedriger werden und dort vereinzelte Belegzellen zwischen sich haben. Der engere Drüsenkörper, der sich von der Mitte ab oft gabelig theilt, dabei kurz (0,25—0,3 *mm*) und gegen die Pylorusgegend hin oft noch in 3—8 Aeste gespalten ist (cf. Fig. 168 S. 245. Querschnitt durch die Labmagenschleimhaut einer Kuh), enthält Delomorph- und Adelomorphzellen. Erstere werden gegen das blinde Ende hin immer seltener. In der Mitte bilden sie zuweilen eine zusammenhängende Schicht. In der Regel tragen sie zur Lumenbegrenzung bei, können aber auch ganz ausserhalb des Hauptzellschlauchs liegen. Uebergangsstufen sind vorhanden.

In der Intermediärzone sah ich die Belegzellen z. Th. in Buchten liegen wie beim Schwein. (S. unten.) Die Pylorusschleimhaut enthält die Pylorusdrüsen. Diese

sind weiter und bedeutend länger als die Belegzelldrüsen, korkzieherähnlich gewunden und in 2—6 Aeste gespalten. Sie sind oft 1—2,5 *mm* lang und 0,1 *mm* breit. Das Vorkommen der Lymphfollikel ist in der Magenschleimhaut individuell verschieden. Die Follikel liegen unregelmässig und kommen im Pylorus häufiger vor, als in der Fundusdrüsenregion.

Beim Schafe sind die Mündungsschläuche kürzer, die Schläuche eng und die Bindegewebszüge schmaler; die kleinen Delomorphzellen begrenzen oft das Lumen.

Das Bindegewebe ist bei den Wiederkäuern am mächtigsten gegen die muscularis mucosae hin, während es bei den Hunden und beim Schwein am reichlichsten zwischen den Drüsenhälsen vorkommt. — Bei den Wiederkäuern habe ich die Cardiazone noch nicht nachzuweisen vermocht.

3. Der **Magen des Schweines.** Die Serosa zeigt keine Besonderheiten. Die Muscularis ist am Cardiasacke schwach, wird nach rechts mächtiger und erreicht am antrum pylori eine bedeutende Stärke (5 *mm*). Der Sphincter pylori besteht aus 2 Lippen, einer halbmondförmigen am convexen und einer am concaven Bogen, welch' letztere eine starke lippenartige Wulst, die viel Fett und in der Schleimhaut stark verästelte und sehr grosse Drüsen enthält, bildet.

Nach dem Bau der Schleimhaut muss man 5 Abtheilungen unterscheiden:

a) Die kleine, an der Cardia gelegene, ovale portio osophagea; sie besitzt eine weisse, drüsenlose und cutan gebaute Schleimhaut (Fortsetzung der Schlundschleimhaut) und ist durch einen scharfen und gekerbten Rand von der Drüsenschleimhaut des Magens geschieden. b) Die Schleimhaut des kleinen follikelreichen saccus cöcus (secundärer Cardiasack) ist ebenso wie die des c) primären Cardiasackes (der linken Zone) dünn (0,5—1 *mm*) und weich und besitzt kurze, schwach geschlängelte mit weitem Drüsenausgang versehene Drüsen, die sich in der Tiefe verästeln und deren Aeste kolbig anschwellen. Sie liegen nicht sehr dicht und sind nicht oder nur undeutlich in Gruppen angeordnet. Sie enthalten cylindrische, den Hauptzellen ähnliche, aber nicht gleiche wenig granulirte Zellen die gegen den Ausgang in Schleimzellen übergehen. In beiden Regionen sind die Lymphfollikel häufig; am zahlreichsten jedoch im saccus cöcus. Sie bilden zuweilen grössere Haufen und liegen oberflächlich in der Schleimhaut zwischen den Drüsen, sodass sie oft kugelige Hervorragungen bilden. d) die Schleimhaut der mittleren Zone ist bedeutend dicker (3 *mm*) als die der anderen Regionen, braunroth, flach papillös, gefurcht, mit strahligem Bruche und liegt an der tiefsten Stelle der grossen Curvatur. Ihre langen, gewundenen, oft gabelig getheilten Drüsenschläuche enthalten Beleg- und Hauptzellen. Die ersteren tragen am mittleren Theile des Schlauchs nicht zur Lumenbegrenzung bei, sondern liegen hier meist ganz und gar ausserhalb des zusammenhangenden Hauptzellschlauchs und zwar in besonderen Buchten und Nieschen des periglandulären Gewebes resp. der membrana propria. Sie scheinen zwischen den Hauptzellen hindurch Fortsätze gegen das Lumen zu senden Gegen den Drüsenhals hin liegen die Belagzellen wie beim Hunde, also nicht in Buchten. Der Drüsenhals enthält ein zartes cubisches Epithel, zwischen welchem aussen mehr, innen weniger Delomorphzellen vorkommen. Die regionär verschieden tiefen Magengruben sind trichter-

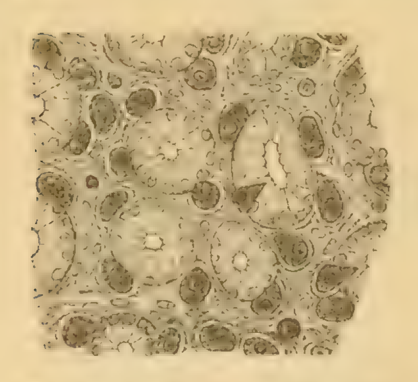


Fig. 412. Flächenschnitt durch die Mitte der Schleimhaut der Belagzellgegend vom Magen des Schweines.

förmig und mit einem Kegelepithel ausgestattet. — Gegen das äussere blinde, von viel Muskulatur umgebene Ende der Drüsen hin werden die hier zwischen den Hauptzellen liegenden Belegzellen immer seltener, bis sie schliesslich meist ganz fehlen; hier findet man an Stelle der grob granulirten Hauptzellen oft ganz homogene Zellen. Die Fundusdrüsen sind in fest zusammenhängende Packete vereinigt und münden mit Halseinschnürung in die Gruben; sie zeigen häufig Verzweigungen und nach aussen hin kolbige Anschwellungen. Im Allgemeinen liegt im ganzen Schweinemagen viel Bindegewebe zwischen den Drüsen und zwar in Längs- und Querzügen; am reichlichsten findet es sich zwischen den Drüsenhälsen. c) Die Schleimhaut der **Pyloruszone** ist dünner (2 *mm*), als die der Belegzellregion, aber dicker, als die der anderen Zonen, gelblich-weiss, mit Grübchen, Leisten, Falten und Zotten versehen. Sie steht mit der Schleimhaut des Cardiasackes durch einen, Pylorusdrüsen enthaltenden Schleimhautstreifen in Verbindung, der sich an der portio ösophagea spaltet und beiderseits an derselben entlang verläuft. Ihre Drüsen sind länger als die der Cardiasäcke und wenig gewunden. Sie spalten sich gegen ihr äusseres Ende hin.



Fig. 413. Fnndusdrüse vom Hund. 1) Längsschnitt; 2) Querschnitt des Ausganges; 3) Querschnitt durch die Schlauchgruppe (Frey).



Fig. 414. Querschnitt durch eine Fundusdrüse des Hundes.

Ihre hier und da varicosen Aeste, die aber keine kolbigen Endanschwellungen bilden, verlaufen geschlängelt und formiren oft förmliche Knäuel, sodass die ganze Drüse keulen- oder kegelformig erscheint. Ihr Zellbelag ist dem der Pylorusdrüsen anderer Thiere ähnlich. Die cylindrischen Zellen besitzen einen durchscheinenden Leib, einen basalen Kern und in der Regel viel Fettkornchen. Zwischen der Belegzellregion einer- und den genannten Zonen andererseits constatirt man je eine, namentlich linkerseits deutliche Intermediärzone, in welcher beide Drüsenarten gemischt vorkommen. Gegen den Cardiasack hin beobachtet man sogar einen allmählichen Uebergang der einen Drüsenart in die andere.

4. Der **Hundemagen.** Seine Wand ist linkerseits reicher an elastischem Gewebe als rechts. Der sphincter pylori ist sehr mächtig entwickelt. Nach der Beschaffenheit

seiner in Cardia und Fundusregion stark, im Pylorus wenig gefalteten und demnach hier dicht an die Muskularis befestigten Schleimhaut unterscheidet man 3 Zonen, eine rechte Pylorus-, mittlere Fundus- und linke Cardiazone. Die Pylorus- und Cardiazone sind durch einen schmalen Streifen, der jederseits neben der Cardia von rechts nach links verläuft, verbunden. Die mittlere Zone ist mit Fundus-, die beiden anderen sind mit Pylorusdrüsen versehen. In ersterer begrenzen die Belegzellen das Lumen nicht, schieben sich aber von aussen zwischen die Hauptzellen ein und liegen nicht in besonderen Buchten wie beim Schweine. Sie bilden zuweilen zusammenhängende Zellreihen, in deren Buchten die innen daran liegenden keilförmigen Adelomorphzellen sitzen. Die Drüsen lassen die S. 679 geschilderten 4 Abschnitte erkennen und münden in Gruppen unter Verengerung der Schläuche büschelförmig in je eine trichterförmige Magengrube. In den Intermediärzonen kommen nicht nur beide Drüsenarten gemischt, sondern auch zusammengesetzte Drüsen mit Belegzellen und Fundusdrüsen mit sehr wenig Belegzellen, welche zur Begrenzung des Lumens beitragen, vor. Die Pylorusdrüsen sind gegen das blinde Ende hin kolbig erweitert. Die Follikel finden sich besonders reichlich im Pylorus.

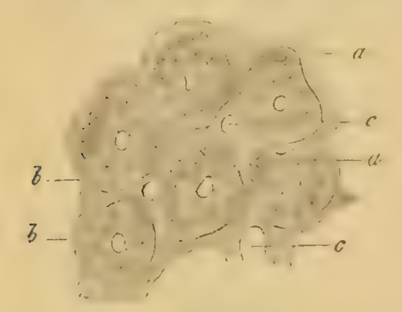


Fig. 415. Querschnitt durch die Labdrüsen der Katze. *a* Belagzellen; *b* Hauptzellen; *c* Gefässe.

Der Katzenmagen stimmt in seiner Structur mit dem Hundemagen überein. Die Magengruben sind trichterförmig und laufen spitz nach aussen zu. Das äussere Schaltstück scheint zu fehlen.

Bei den Fleischfressern ist das Stützgewebe am mächtigsten zwischen den Drüsenhälsen resp. den spitzen Trichterenden.

B. Der Darmschlauch.

Der eigentliche Darmschlauch zeigt dieselbe Schichtung wie der Magen, nur ist sein Stützgerüst nicht ganz so reich an elastischen Elementen, welche sich noch am reichlichsten in den dem Magen nächstliegenden Theilen finden.

a) Die **Mucosa** (Fig. 157 S. 237 Schleimhaut aus dem Jejunum einer Kuh mit Peyer'schen Haufen). An dieser sind zu unterscheiden: a) das Stratum submucosum; b) das Stratum musculare; c) das Stratum glandulare und d) das Stratum epitheliale.

1. Die weitmaschige **Submucosa** ist sehr reich an elastischen Elementen, enthält meist Fettgewebe und in ihren Lacunen Parenchymsaft, Leucocyten, häufig auch Plasma- und Körnchenzellen. Ausserdem kommen Blutgefässe, Lymphgefässe, Nervenstämme und Ganglien in ihr vor.

2. Die **Muscularis mucosae** erstreckt sich vom Pylorus des Magens bis zum Anus; sie stellt beim Pferde im Duodenum und im Anfangstheile des Jejunum eine einfache Langsfaserschicht dar, wird dann dicker und zweischichtig und besteht aus einer dünneren Längs- und einer dickeren Kreisfaserschicht, wozu noch transversal verlaufende Fasern, welche Verflechtungen veranlassen, kommen. Sie sendet Fort-

sätze in die Propria und deren Zotten bis dicht unter das Epithel. Die Muscularis mucosae wird von Bindegewebe und Blutgefässen, welche von der Submucosa zur Propria ziehen, vielfach durchbrochen und in

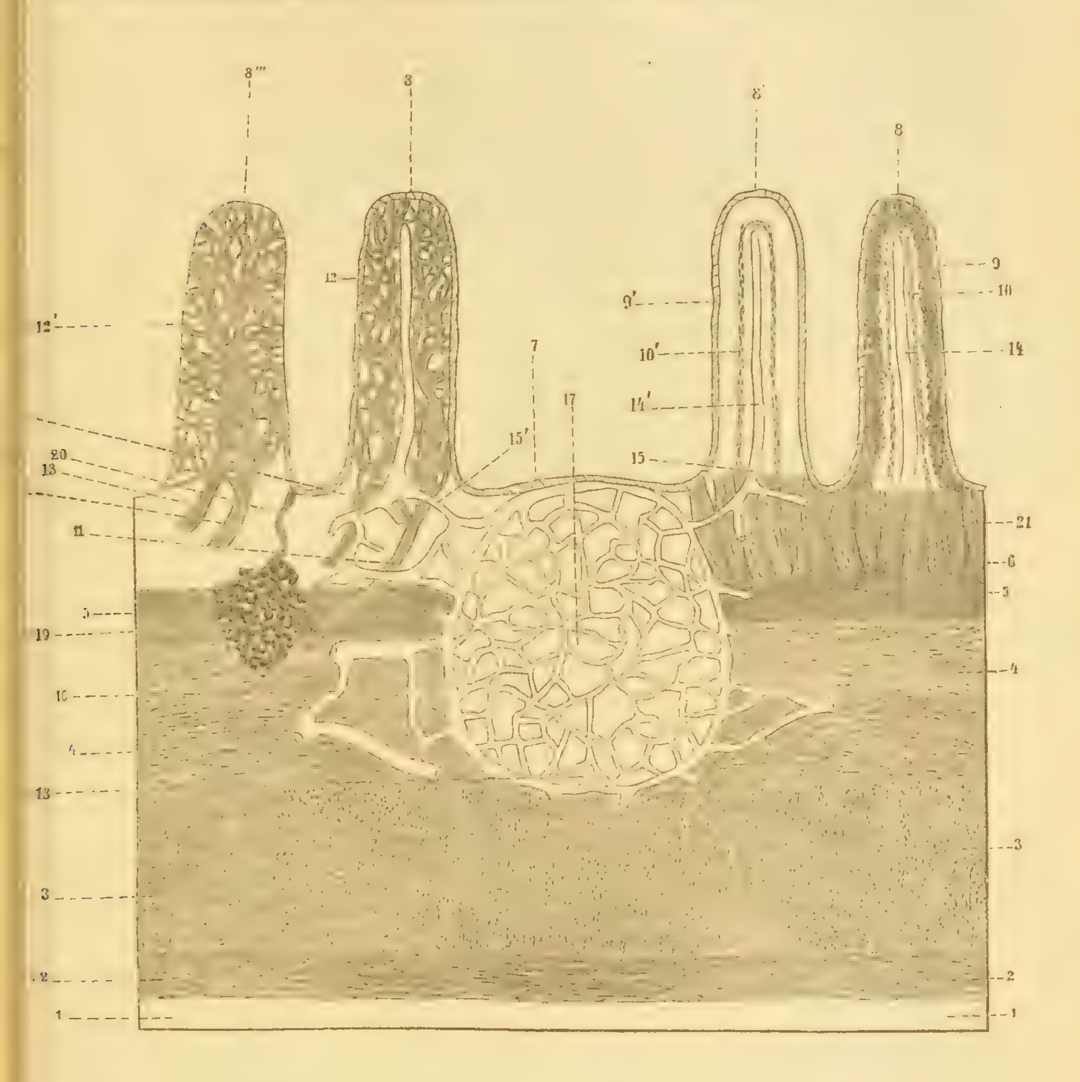


Fig. 415. Schematischer Durchschnitt durch die Dünndarmwand (Chauveau). 1. Seröse Haut, 2. Längsfasern der Muskelhaut, 3. Cirkelfasern der Muskelhaut, 4. Stratum submucosum, 5. Muscularis mucosae, 6. eigentliche Schleimhaut, 7. Epithel der Schleimhaut, 8. 8' 8'' 8''' Darmzotten, 9. 9' Epithel der Darmzotten, 10. 10' Muskelfasern der Darmzotten, 11 11' Arterie, welche in die Darmzotten eintritt, 12. 12' Capillaren, 13. 13' Vene, welche das Blut aus der Darmzotte fortführt, 14. 14' Centralcanal der Darmzotte, 15. 15' Lymphgefässe, welche aus dem Grunde der Zotte heraustreten, 16. Netze der Lymphgefässe in der Schleimhaut und im submucösen Bindegewebe, 17. Netze der Lymphgefässe, welche 18. einen solitären Follikel umspinnen, 19. Brunner'sche Drüse, 20. Ausführungsgang derselben, 21. Lieberkühn'sche Drüsen.

den proximalen Darmpartien von den Ausführungsgängen der Brunner'schen Drüsen siebartig durchbohrt. In die innere Fläche derselben senken sich die Lieberkühn'schen Drüsen vielfach ein.

3. Die **Propria mucosae** besteht aus einem Gerüst, in welchem die

Lieberkühn'schen Drüsen, die Ausführungsgänge der Brunner'schen Drüsen, Follikel, Gefässe und Nerven liegen. a) Das **Gerüst** erscheint grösstentheils als Interglandulargewebe und bildet im Dünndarm die sogenannten Zotten. Es besteht aus einem feinfaserigen, reticulirten z. Th. cytogenen Bindegewebe, ist aber bei Hund und Katze mehr fibrillär, beim Pferde mehr cytogen eingerichtet, enthält contraktile und elastische Elemente und zwar letztere in Form eines Netzes. Das unter den Drüsen gelegene Subglandulargewebe zerfällt gewissermassen in 2 Schichten; die oberflächlichere ist ausgezeichnet durch Leucocytenreichthum und enthält auch vereinzelte Follikel, sie ist cytogen; ihr folgt nach aussen eine fibrilläre, derbe, homogene Membran, die direkt auf der muscularis mucosae liegt. Das Subglandulargewebe umgiebt den Drüsenfundus wie ein Eierbecher das Ei und zieht sich an den Drüsenwänden als Periglandulargewebe in Form einer fibrillären Drüsenscheide in die Höhe bis in die Nähe der Drüsenmündung. Zwischen dieser Scheide und der membrana propria der Drüsen findet sich Lymphe. Demnach liegt um jede Drüse ein Lymphraum.

Das zwischen diesen Scheiden liegende reticulirte kern- und zellreiche Interglandulargewebe entspringt aus dem Peri- und Subglandulargewebe und enthält sehr viel Leucocyten. Auch Körnchenzellen kommen reichlich und mitunter, wie ich dies mehrfach im Pferdecöcum fand, massenhaft vor. Die Muskelelemente der Mucosa liegen um den Drüsenfundus in Form zusammenhängender Fasern und Faserbündel, während sie weiter innen als einzelne Muskelzellen in der Drüsenscheide auftreten. Das gesammte Gewebe der Mucosa wird dadurch, dass das Zwischengewebe in gewissen Zwischenräumen stärkere Züge lockeren Bindegewebes bildet, in kleine neben einander liegende Gruppen von Drüsen, Drüsenläppchen abgetheilt.

Zotten. Zwischen den Mündungen der Drüsen erhebt sich im Dünndarm gewöhnlich, aber nicht immer, das Interglandulargewebe zu kegel- oder fingerförmigen contractilen, in das Darmlumen vorragenden, dicht gelagerten, mit freiem Auge wahrnehmbaren Hervorragungen, den Darmzotten. Auch im Dickdarm kommen ähnliche aber bedeutend niedrigere, abgerundete Hervorragungen vor, die aber nicht den Namen Zotten führen und auch im Dünndarm neben den Zotten angetroffen werden. Die Zotten sind am zahlreichsten und längsten im Duodenum, sparsamer und kürzer im Ileum. Sie sind beim Rinde schlanker als beim Pferde; bei den Fleischfressern sind sie sehr lang, kleiner beim Pferd und Schwein und am kleinsten, schüppchenartig bei den Wiederkäuern.

Der Gestalt nach sind die Zotten theils fingerförmig mit breiter Basis und einer schwachen Verjüngung nach dem abgerundeten freien Ende, theils keulenförmig oder kolbig, indem auf die breite Basis eine halsartige Einschnürung folgt, die in eine keulenförmige Anschwellung übergeht. Beim Pferde sieht man nach Flesch an den Zotten meist einen dickeren cylindrischen Basaltheil (Basiscylinder), der plötzlich oder allmählich in eine dünnere cylindrische Partie (Spitzenkegel) ausgeht, die manchmal auch eine conische Gestalt zeigt. Nur selten spaltet sich dieser Theil der Zotte in zwei Aeste.

Das Grundgewebe der Zotten (s. die Fig.) ist das fortgesetzte Interglandulargewebe; es besteht aus zarten, feinen Fäserchen und Häutchen,

die sich netzartig einander durchflechten und auf deren Kreuzungsstellen glatte, spindel- oder sternförmige Zellen sitzen. In den Zotten beobachtet man rundliche Räume (Maschenräume), in welchen grosse, runde

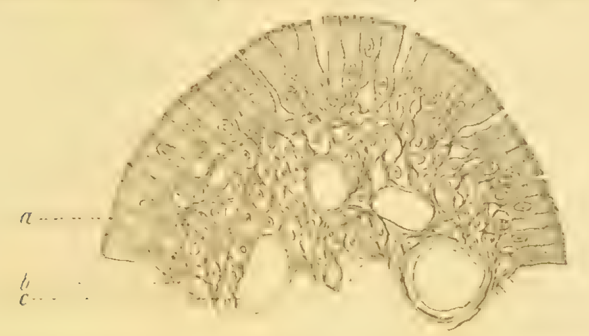


Fig. 416. Kuppe einer Zotte vom Pferd. *a* Epithel; *b* Netzwerk der Zotte; *c* Hohlräume.

Zellen (v. Basch), Fetttröpfchen, Leucocyten und dergl. Elemente sitzen. Die Zotte gleicht also einem Badeschwamme. Ihre Oberfläche ist nicht durch eine Glashaut abgeschlossen, sondern gefenstert und direkt mit den Epithelzellen bedeckt, deren basales Ende in Fäden ausläuft, die

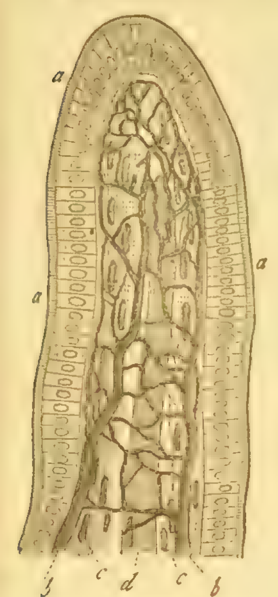


Fig. 417 Längsschn. einer Dünndarmzotte. Frey. *a* Cylinderepithel mit porösem Saum; *b* Blutgefässnetz; *c* Längslagen glatter Muskeln; *d* Chylusgefäss.

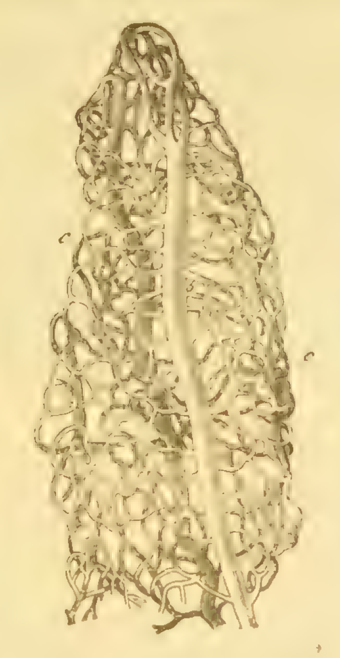


Fig. 418. Blutgefässnetz einer Darmzotte vom Hasen. Frey. *a* venöser Stamm; *b* arterieller Stamm, *c* Haargefässnetz.



Fig. 418 Zotten vom Dünndarm des Kalbes.

sich im Zottengerüst verlieren. Unter der Basis der Epithelien liegen zahlreiche Rundzellen und das Capillargebiet der Zotte.

Im Innern der Zotte befinden sich ein oder mehrere cylindrische Hohlräume, die keine geschlossene Wand besitzen, vielmehr mit dem Lückensystem der Zotte anastomosiren. Pferd, Hund, Rind haben einen axialen Hohlraum, während z. B. das

Schaf mehrere unter einander verbundene Canäle besitzt. Die Centralcanäle sind oft cystisch erweitert und meist mit einer körnigen Masse, in der nicht selten auch freie Zellkerne, Leucocyten und Fetttropfen liegen, gefüllt. Nach der Basis der Zotte spaltet sich der Axencanal und zwar anscheinend in zwei Aeste.

Die Zotten enthalten und zwar besonders (nach Flesch nur) im Basiscylinder glatte Muskulatur in nicht unbeträchtlicher Menge.

Sie liegt meist im Mantel der Centralräume, bei den Carnivoren auch peripher unter dem Epithel. Der Centralraum ist rundum von Muskulatur umgeben. Ihre Fasern sind meist längs gerichtet, sollen aber auch durch circulär verlaufende periphere Fasern (die v. Spee bestreitet) mit einander vereinigt werden. Ich habe Circulärfasern bei den Hausthieren nicht gesehen. Die Muskulatur der Zotten ist oft dadurch unter einander verbunden, dass Muskelbündel basalwärts von einer Zotte zur andern hinüberziehen. In den Zotten trifft man ausser Gefässen und Nerven zuweilen Zellen, welche Ganglienzellen gleichen.

b) Die **Darmwanddrüsen**. Man unterscheidet 2 Arten von Darmwanddrüsen, die in dem stratum proprium liegenden Lieberkuhn'schen und die in der Submucosa liegenden Brunner'schen Drüsen.

α) Die **Propriadrüsen** (Schlauchdrüsen, Lieberkuhn'sche Drüsen, Krypten, s. Fig. 162, S. 241) besitzen die Form der einfachsten tubulösen Drüsen, indem jede derselben einem Handschuhfinger gleicht, dessen offenes Ende nach dem Lumen des Darms gekehrt ist und dessen blindes Ende bis an resp. in die Muscularis mucosae reicht. Nur selten schlängelt sich der Schlauch; zuweilen theilt er sich gegen das blinde Ende hin in 2—3 Säckchen. Die Drüsen liegen dicht neben einander, sind sehr zahlreich, und reichen vom Pylorus bis zum Rectum. Sie bestehen aus einer struktulosen, aussen mit Spindelzellen besetzten Membrana propria und dem inneren Zellbelag und sind von einer Scheide umgeben, welche sich aus fibrillärem Bindegewebe, elastischen Fasern und Muskelelementen aufbaut; zwischen ihr und der Membrana propria befindet sich Gewebssaft resp. Lymphe. Die zellige Auskleidung des Drüsenhohlraums zerfällt in die des eigentlichen Drüsenkörpers und des Drüsenausführungsganges. Der letztere (ca. $^1/_3$ des ganzen Schlauchs) ist mit Oberflächenepithel, welchem aber der Saum fehlt, ausgekleidet (cf. Fig. 163 S. 241). Bei den Dickdarmdrüsen, welche länger sind und dichter liegen als die Dünndarmdrüsen und echten Schleimdrüsen gleichen, welche Becherzellen, die zuweilen mit anderen Zellen regelmässig alterniren, sehr reichlich enthalten, ist der Zellbelag des Drüsenkörpers dem des Ausführungsganges gleich, während bei den Dünndarmdrüsen und z. Th. den Cöcaldrüsen des Pferdes ein deutlicher und scharfer Unterschied zwischen dem Zellbelag des Drüsenkörpers und dem des Ausführungsganges besteht.

Die Drüsenzellen der Dünndarmdrüsen sind schmal cylindrisch resp. kubisch, niedriger als die Zellen im Ausführungsgange, mit seitlich abgebogenem, schnabelförmigem Basalfortsatz, ohne Membran. Der ovale, basal-gelegene Kern ist granulirt und scharf conturirt. Der Zellleib ist leicht längs gestreift, fein gekörnt oder homogen, chromatophil, und scheinbar mit einem niedrigen Saum versehen (Eiweisszellen). Neben diesen kommen noch achromatophile, hyaline, nicht gekörnte Zellen mit stark

granulirten Kernen vor, die zuweilen die Becherform erkennen lassen, zuweilen auch nur zur Hälfte hyalin, zur Hälfte gekörnt erscheinen. (Schleimzellen.) Die Schleim- und Becherzellen sind in viel geringerer Zahl als die Eiweisszellen zugegen und sehr wechselnd in Zahl und Vorkommen. Nach oben gegen den Ausführungsgang werden die Zellen scheinbar schmaler und cylindrisch; der Kern rückt peripher. Es ist physiologisch von grosser Wichtigkeit, dass der Drüsenkörper andere Zellen enthält als sein Ausführungsgang und dass die Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen verschieden sind von denen der Brunner'schen.

β) Die **submucösen Drüsen** (Brunner'sche Drüsen) finden sich nur in den vorderen Partien des Darmkanals. Sie liegen gewöhnlich in der Submocosa; da, wo die Lieberkühn'schen Drüsen spärlich liegen rücken sie aber auch in die Mucosa hinauf; sie schliessen am Pylorus, woselbst sie sehr dicht liegen und grosse Drüsenpakete bilden, direkt an die Pylorusdrüsen an, indem sie allmählich in dieselben



Fig. 420. Schnitt durch den äusseren Theil der Propria m. und der Submucosa v. Duodenum des Pferdes. *a* Lieberkühn'sche Drüsen; *b* Ausführungsgang einer *c* Brunner'schen Drüse; *d* Muscularis mucosae.

übergehen, und erstrecken sich durch das ganze Duedonum und einen Theil des Jejunum. Nach hinten werden sie immer spärlicher, bis sie schliesslich ganz verschwinden.

Beim Pferde hören sie 7—8, beim Rinde 1—6, beim Schwein 1—4 *m*, bei den Fleischfressern kurz hinter dem Magen auf.

Jede Drüse besteht aus einem die Propria mucosae in geradem Verlaufe durchbohrenden, auf die Oberfläche derselben zwischen den Zotten ausmündenden Ausführungsgange und dem in der Submucosa gelegenen Drusenkörper; dieser hängt paketartig an dem Ausführungsgange und wird dadurch gebildet, dass sich letzterer plötzlich mehrfach strauchartig theilt und dass sich die Aeste, welche hier und da bläschenartige Ausbuchtungen besitzen und bei Pferden, den Wiederkäuern und

den Carnivoren mit kolbigen Auftreibungen enden, schlängeln, vielfach einknicken, sich drehen, aufknäueln und durcheinander verlaufen.

Die Drüsen, deren Schläuche beim Schweine bis zum Ende gleich weit erscheinen, sind sonach, wie dies schon Schlemmer behauptete, nicht acinös, wie man dies früher lehrte, sondern tubuloacinös, wie die Pylorusdrüsen des Magens. Sie zerfallen in secundäre, tertiäre etc. Läppchen mit ihren Ausführungsgängen, die schliesslich in Endblasen, Endsäckchen und Endschläuche ausgehen.

Sowohl der Ausführungsgang wie der Drüsenkörper besitzt auf der structurlosen Propria einen Zellbelag. Das Epithel des Ausführungsganges ist Cylinderepithel, enthält ganz vereinzelt Becherzellen und gleicht dem Magenepithel. Das Epithel des Drüsenkörpers besteht aus kleinen, cubischen oder dreieckigen, dicht und fein gekörnten, membranlosen Zellen mit seitlich abbiegendem, schnabelförmigem Basalfortsatz, der den der benachbarten Zelle dachziegelartig bedeckt. Der Unterschied zwischen den Drüsenzellen und denen des Ausführungsganges ist nicht bedeutend. Erstere gleichen den Zellen der Pylorusdrüsen des Magens und unterscheiden sich bedeutend von denen der Lieberkühn'schen Drüsen; die Zellen der letzteren färben sich z. B. stark mit Karmin, die der Brunner'schen wenig oder nicht. Die Zellkerne zeigen eine wechselnde Gestalt, sind aber meist abgeplattet und liegen excentrisch gegen den Zellfuss, meist dicht an der Membrana propria.

Der Zellleib der Brunner'schen Drüsen besteht aus Eiweisssubstanz, die auch Mucin enthält und Fetttröpfchen und sonstige Körnchen einschliesst. Die Zellgrenzen sind im frischen Zustande wegen der starken Körnung undeutlich. Die Zellen sind niedriger (beim Hunde nach Schwalbe länger) als die Propriadrüsenzellen. Zwischen ihnen kommen nach diesem Forscher keulenförmige Gebilde mit kolbigen, gegen die Propria gerichteten Anschwellungen vor; auch liegt zwischen den Zellen ein Kittsubstanz- oder Kanälchennest. Die, bei den Pferden und Wiederkäuern am stärksten, beim Schwein weniger, bei den Fleischfressern am schwächsten entwickelten Brunner'schen Drüsen sind mit einem periglandulären Lymphraumsystem versehen. Bei den Wiederkäuern und den Schweinen ragen sie am häufigsten mit ihren Läppchen nur bis in die Propria mucosae und ist es sogar zweifelhaft, ob in der Nähe des Magens (bis zum duct. choledochus nach Krolow) bei diesen Thieren überhaupt Lieberkühn'sche Drüsen vorkommen. Kleine Brunner'sche Drüsen kommen bei allen Thierarten in der Propria vor; die grossen liegen aber submucös.

Physiologisch wichtig ist die Kenntniss der Zahl der Drüsen und der Grösse der secernirenden Oberfläche. Bei den Brunner'schen Drüsen ist eine Berechnung ihrer Oberfläche kaum ausführbar. Bezüglich der Lieberkühn'schen Drüsen lassen sich aber derartige ungefähre Berechnungen anstellen. Wir haben dies bezüglich der Cöcalschleimhaut ausgeführt; man kann sich auf dieser Basis leicht eine Vorstellung von der gesammten secernirenden Fläche der Darmschleimhaut machen. Die Propriadrüsen des Cöcums sind ca. $1/2$ *mm* lang, innen 0,05—0,06 und aussen 0,03—0,04 *mm* weit; sie stehen nur ca. 0,02—0,04 *mm* von einander ab, sodass auf einem Quadratmillimeter ca. 160—170 Drüsen stehen. Im Ganzen befinden sich im Cöcum 270—300 Millionen Drüsen, die eine secernirende Oberfläche von circa 25 *qm* besitzen. Rechnet man $1/3$ dieser Oberfläche auf den Ausführungsgang, dann bleiben immer noch 16—17 *qm* eigentliche Drüsenoberfläche. Bedenkt man, dass die Cöcalschleimhaut nur circa den 10. bis 9. Theil der ganzen Darmschleimhaut

darstellt, dann bekommt man eine Idee von der bedeutenden Grösse der Drüsenoberfläche der Darmschleimhaut.

c) **Lymphfollikel.** In der Darmwand findet man, sowohl in der Submucosa als in der Propria mucosae abgegrenzte Lymphfollikel. Ihre Zahl ist individuell und nach der Thierart etc. ausserordentlich verschieden. Bei alten Thieren sind sie selten, ja fehlen zuweilen ganz, bei jungen Thieren sind sie dagegen sehr zahlreich. Sie haben meist eine mehr oder weniger kugelige Gestalt, oder sehen wohl auch wie eine Hantel aus, wenn sie die muscul. mucosae durchbrechen und theilweise in der Submucosa, theilweise in der Propria liegen (Fig. 421 b). In der Umgebung der Follikel finden sich auffallend viel grosse Plasma- und wohl auch eosinophile Körnchenzellen. Jeder Follikel wird, namentlich gegen die Muskularis hin, von einer bindegewebigen blutgefässreichen Kapsel und einem Lymphraum umgeben und besteht aus einem Gerüst von engmaschigem, reticulirtem

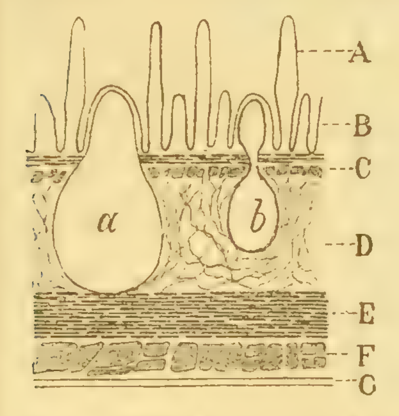


Fig. 421. Follikel (a, b) in der Submucosa (D) des Dünndarms, welche die muscul. muc. (C) durchbrechen und die Oberfläche erreichen und über welchen die Zotten (A) und Drüsen (B) fehlen (schematisch).

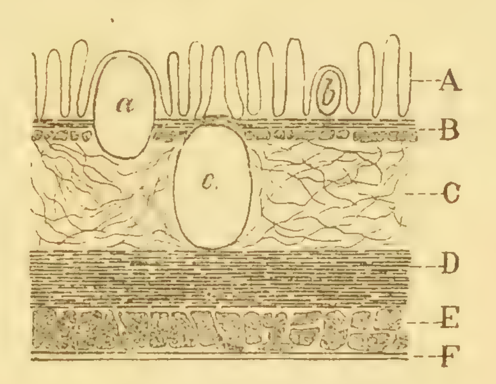


Fig. 422. Schnitt aus dem Dickdarm mit Follikeln a, b, c) in Submucosa (C) und in der Mucosa (A); Zotten fehlen, Lieberkühn'sche Drüsen (A) vorhanden (Schematisch).

Bindegewebe, dicht gelagerten, die Maschen ausfüllenden, leucocytären Zellen und einem Capillarnetz. Ausser den echten Follikeln giebt es oft Anhäufungen von Rundzellen, die nicht scharf begrenzt sind, sich zwischen die Drüsen einschieben und dieselben auseinander drängen. Die echten Follikel treten entweder einzeln (solitäre Follikel) oder zu Haufen und Platten (Peyer's Platten, Plaques) vereinigt auf. Die meist hirsekorngrossen solitären Follikel findet man besonders im Dickdarm; sie kommen aber auch zerstreut im ganzen Dünndarm und auch in der Umgebung der Follikelhaufen vor. Die kleinen Follikel sind zwischen die Drüsen eingeschoben oder liegen unter denselben; bei den grösseren fehlen wohl die Drüsen, oder es fehlen Drüsen und Zotten, oder die Follikel liegen submucös beim Fehlen oder Vorhandensein der Muscularis mucosae. Sie bilden Vorragungen oder Vertiefungen der Schleimhautoberfläche, oder sind ohne Einfluss auf dieselbe (Fig. 421 u. 422).

Beim Pferde sind sie rund, oval oder birnförmig, von 2—4 *mm* Durchmesser und liegen in der Regel unter Drüsen und Zotten, zuweilen aber auch zwischen den

Drüsen; im letzteren Falle bilden sie kleine Vorragungen. Beim Rinde stellen sie kleine runde Knötchen (2—4 *mm* Durchmesser) dar, über welchen Drüsen liegen, während die Zotten zuweilen fehlen. Bei Schaf und Ziege sind sie klein. Beim Schweine fehlen Drüsen und Zotten über den grossen, oberflächlich liegenden, etwas vorragenden Follikeln, bei den Fleischfressern gehen die Zotten über die birnförmigen (Katze) oder ovalen Follikel (Hund) hinweg.

Die Peyer'schen Haufen oder Platten (cf. Fig. 157 S. 237) sind rundliche, längliche oder bandartige Follikelhaufen von sehr verschiedener Grösse, die entweder plattenartig über das Schleimhautniveau vorragen, oder dadurch flache Gruben bilden, dass die Schleimhaut rund um die Haufen verdickt und mit höheren Zotten versehen ist. Sie bestehen aus kleinen oft nur $^1/_2$ *mm* im Durchmesser haltenden Follikeln, die meist ganz dicht aneinander liegen, zuweilen wohl auch 3 bis 5 *mm* von einander entfernt und jenachdem zu wenigen oder zu mehreren Hundert vereinigt sind und meist in einem Muskelnetzwerk liegen. Die

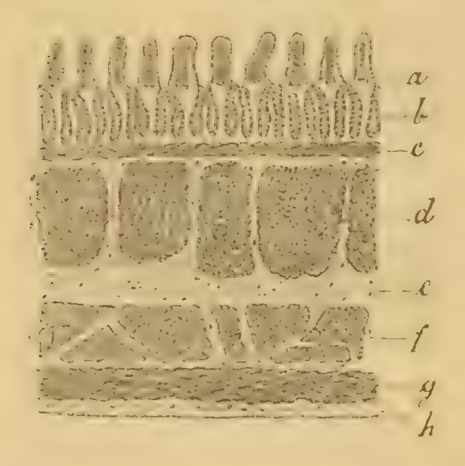


Fig. 423. Schnitt aus dem Ileum eines Rindes.
a Zotten;
b Lieberkühn'sche Drüsen (Propria mucosae);
c mucularis mucosae;
d Peyer'sche Follikelhaufen (Submucosa);
e subfolliculäre Submucosa;
f u. *g* die beiden Muscularisschichten;
h Serosa.

Follikel sind meist scharf geschieden; zuweilen confluiren auch mehreren untereinander. Die Follikelhaufen kommen nur im Dünndarm und zwar vorzugsweise im Hüftdarm vor.

Beim Pferde trifft man sie im Hüftdarm und Leerdarm als runde oder längliche Platten an der contramesenterialen Seite des Darms. Ueber den Follikeln sind weder Drüsen noch Zotten zugegen; nur ein kleiner Theil der Follikelhaufen liegt unter Zotten und Drüsen. Die Haufen sind verschieden gross, ihre Zahl wechselt von 50 bis 200 (gewöhnlich 120—150).

Beim Rinde und Schafe sind die Peyer'schen Haufen vorn im Leerdarm von rundlicher Gestalt, während sie hinten und besonders im Hüftdarm lange Haufen und bandartige Stränge bilden. Sie treten in der Zahl von 20—50, gewöhnlich 40—50 auf und liegen meist submucös, sodass Zotten und Drüsen über sie hinwegziehen.

Beim Schweine bilden sie 24—30 kleine, sehr deutliche, oft wulstig vorragende Haufen; ihre einzelnen Follikel sind grösser als beim Pferde

Beim Hunde kommen 15—30, gewöhnlich 16—24, bei der Katze 4—7 Platten vor. Sie bestehen aus eiförmigen oder birnförmigen Follikeln, über welchen beim Hund keine Drüsen und Follikel vorkommen, während in den Intervallen zwischen den Follikeln Zottenbüschel und Drüsen kranzartig um die Follikel herumstehen. Bei der Katze stehen Zotten über den Follikeln.

4. Das **Epithel**. Das Darmepithel besteht aus hohen, schmalen, cylindrischen oder pyramidalen Zellen, die sich gegen ihre Basis verschmälern und in einen (oder mehrere) zugespitzten schwanzähnlichen Fortsatz ausgehen, der sich meist umbiegt. Dadurch, dass sich die Fortsätze dachziegelartig aneinander legen, täuschen sie eine Basalmembran vor. Der Zelleib ist bei frischen Zellen blass, durchsichtig, fast homogen; er enthält zerstreut feinere und gröbere Körnchen, wohl auch Fetttröpfchen und ist mit einer Seitenmembran mantelartig umgeben. Die beiden Grundflächen der Zellen sind nicht geschlossen. Auf der gegen das Darmlumen gewendeten Zellfläche bemerkt man eine saumartige, längsstreifige, gegen die Zellen scheinbar doppelt conturirte Bildung (Basalsaumdeckel), welche bei starker Vergrösserung das Bild eines niedrigen Cilienbesatzes darbietet und sich bei der Behandlung mit Wasser etc. von den Zellen abhebt und in Stäbchen zerfällt.

Ueber den Bau dieses Saumes sind verschiedene Meinungen ausgesprochen worden: Kölliker und Frey betrachteten ihn als ein cuticulares, mit Porenkanälchen versehenes Häutchen. Brücke, Brettauer, Steinack u. v. A. lehrten, dass er aus pallisadenartig neben einander stehenden Stäbchen bestehe. Thanhofer und Landois u. A. nehmen einen Besatz des Zellenscheitels mit Protoplasmafortsätzen an, welche, den Pseudopodien der Amöben vergleichbar, eine selbstständige Bewegung besitzen sollen. Ich schliesse mich der letzteren Anschauung an und halte den Stäbchenbesatz nur für einen kranzartigen Randbesatz der offenen Zellengrundfläche.

Die der Schleimhaut zugewandte, ebenfalls offene Grundfläche stellt gewissermassen eine Oeffnung dar, mit welcher die Zelle in das Hohlraumsystem der Zotte mündet. Die Seitenwand der Zellen zerfasert sich basalwärts und geht mit den Fasern in das maschige Stützgerüst resp. Lamellennetz der Zotte über.

Die Kerne der Zellen sind länglich, oval von Gestalt und liegen sehr nahe am Zellfusse. Zwischen den Zellfüssen sitzen kleinere rundliche, ovale oder konische Zellen.

Ein Theil der Cylinderzellen erscheint in Form der schleimig metamorphosirten Becherzellen. Ihre Zahl wechselt aber sehr. Bei manchen Pferden fand ich dieselben nur im Ileum. Die Becherzellen sind befusst oder fusslos, der Kern sitzt demnach in dem Fuss oder in der theca; letztere besteht ausser der Membran aus einem Gerüstwerke und einer homogenen Masse; ersteres sammelt sich am Kern an. Eine subepitheliale Basalmembran habe ich nicht auffinden können, finde vielmehr, dass die unebene Schleimhautoberfläche, an welche Muskelzellen heranreichen, direct mit den Epithelzellen bedeckt ist. Viele Autoren (Donitz, Krause, Watney u. s. w.) beschreiben eine Basalmembran z. Th. zelliger, z. Th. hyaliner Natur. Eberts spricht von einer durchlöcherten Grenzschicht. Kölliker leugnet das Vorkommen einer selbstständigen Grenzmembran u. s. w.

b) Die **Muscularis**. Die Muskelhaut des Darmkanales besteht aus einer äusseren dünneren longitudinalen und einer inneren dickeren circulären Muskelschicht. Nur im gastroduodenalen Grenzbezirke kommt noch eine innerste transversale Schicht hinzu. Die beiden Muskelschichten sind durch eine dünne Bindegewebsschicht (Intermuscularis) fest mit einander verbunden. In dieser und in den die Muskulatur

durchziehenden und in Bündel zerlegenden und die Subserosa mit der Submucosa verbindenden Bindegewebszügen kommen ausser Gefässen und Nerven auch Ganglien vor. An den mit Bandstreifen versehenen Darmabtheilungen erreicht die longitudinale Muskelschicht im Bereiche der Ligamente eine sehr bedeutende Dicke, während sie zwischen denselben unverhältnissmässig dünn ist. Die sonstigen Verschiedenheiten der Darmmuscularis an den einzelnen Darmabtheilungen und bei den verschiedenen Thierspecies s. unten.

c) Die **Serosa**. Die seröse, aussen mit dem Peritonealepithel bekleidete Haut ist, namentlich im Dünndarm, locker durch eine meist Fettgewebe enthaltende Subserosa an die Muscularis befestigt. Im Dickdarm ist die Subserosa an den meisten Stellen sehr schwach ausgebildet.

Blutgefässe. Die für den Darmkanal bestimmten Gefässe verlaufen zwischen den Platten des Mesenteriums und treten mit diesen nach vielfachen Theilungen an die Darmwand, die sie zum Theile von der Mesenterial-, zum Theil von der entgegengesetzten Seite durchbohren und bis zur Submucosa vordringen. Auf diesem Wege geben sie Zweige an die Serosa und Muscularis, und zwar die ersteren schon vor dem Eintritt in die Darmwand, die letzteren zum Theile vor, zum Theile während des Durchtrittes durch die Muscularis, namentlich in der Intermuscularis ab. Die Muskelzweige bilden langmaschige, dem Verlaufe der Muskelbündel angepasste Capillarnetze, welche auch Zuflüsse aus der Submucosa erhalten. — In der Submucosa theilen sich die Gefässe dichotomisch, anastomosieren unter einander und bilden ein zusammenhängendes Gefässnetz. Aus diesem entspringen zahlreiche arterielle Stämmchen, welche, die Muscularis mucosae, welcher sie feine Zweige zusenden, durchbohrend, nach innen verlaufen und zunächst Zweige an die subglanduläre Schicht abgeben. Nunmehr theilen sie sich, auf der Oberfläche der Muscularis mucosae, d. h. in der tiefsten Lage der Propria mucosae, liegend, in mehrere Zweige. Ein Theil dieser Zweige löst sich nach innen in feine Capillaren auf, welche die Drüsen umspinnende Netze bilden, nach innen weiter werden und die Drüsenmündungen kranzartig umgeben. Ein anderer Theil der subglandulären Zweige löst sich nicht auf; diese Stämmchen treten in die Drüsenschicht ein und theilen sich in einige wenige Zweige, welche ungetheilt zu je einer Zotte verlaufen. An der Zottenbasis werden sie häufig durch Seitenäste, die bogenförmig und guir-



Fig. 424. Blutgefässvertheilung in einer Darmzotte des Pferdes.

landenartig von einer Zotte zur anderen verlaufen, unter einander verbunden. Das in die Zotte eintretende Gefäss giebt bald ein dichtes, peripher gelegenes, längsmaschiges Capillarnetz ab (Pferd, Wiederkäuer), welches mit dem Drüsencapillarnetz und dem zwischen der Basis der Zotten gelegenen subepithelialen Capillarnetze in Verbindung steht. Bei vielen Thierarten (Hund, Katze, Schwein) geht die Arterie bis zur Spitze der Zotte und löst sich dann erst in das Capillarnetz auf (Heller).

Aus dem Capillarnetz entstehen, und zwar wesentlich an der Zottenbasis (Hund, Katze, Schwein, Pferd), oder an der Zottenspitze (Wiederkäuer) kleine Venen. In der Drüsenschicht vereinigen sich dieselben zu kleineren Stämmchen und erhalten Zuflüsse aus dieser Schicht; sie durchbohren die muscul. muc. und bilden ein submucöses Venennetz, aus welchem Stämme hervortreten, welche die muscul. durchbohren und ins Mesenterium eintreten. Aus den Muskelcapillarnetzen gehen die Venen zum Theile zur Submucosa, zum Theile direct zu den durchtretenden Venenstämmchen.

In denjenigen Abschnitten des Dünndarms, in welchen Brunner'sche Drüsen vorkommen, treten besondere Stämmchen an diese heran, dringen mit Bindegewebszügen zwischen die Drüsenläppchen, lösen sich auf und umspinnen die Membrana propria mit einem Capillarnetz. Rund um die Brunner'schen Drüsen liegt oft ein förmlicher Gefässkranz.

Die Gefässeintheilung im Dickdarm ist von der des Dünndarms insofern verschieden, als sich die aus der musc. muc. austretenden Stämmchen vollständig in Capillarnetze für die Drüsen etc. auflösen.

Die Venen des Dickdarms entspringen aus den oberflächlichen Capillaren, gehen senkrecht neben den Arterien in der tunica propria nach unten und in ein unter der Basis der Drüsen gelegenes Netz über, aus dem sich Stämme entwickeln, die nach der Submucosa verlaufen. An den Lymphfollikeln zeigen die Gefässe die bekannte Anordnung, umgeben dieselben kranzartig und bilden ein Netz innerhalb derselben.

Die **Lymphgefässe**. Im Allgemeinen beginnen sie in der Schleimhaut mit wandungslosen Räumen, und zwar in centralen Zottenräumen, in subepithelialen und periglandularen Räumen und in den Saftlücken des Substrates. Aus diesen Räumen sammeln sich Röhrchen, die zwischen den Drüsen nach der Tiefe verlaufen und unter den Drüsen Lymphgefässnetze bilden, aus denen Stämmchen hervorgehen, welche die Muscul. mucosae durchbohren und das Lymphgefässnetz der Submucosa, in welches auch Lymphgefässe der Muscularis einmünden, bilden. Aus dem submucösen Netze entspringen Aeste, welche die Darmwand nach aussen durchbohren, mit den Arterien und Venen, die sie zum Theile umspinnen, verlaufen und auf dem Wege besonders Zuflüsse aus der intermuskulären Bindegewebsschicht erhalten und zu den Gekrösdrüsen hinziehen.

Besonders beachtenswerth ist der Ursprung der Chylusgefässe in den Zotten. In jeder Zotte ist entweder ein centraler resp. axialer Lymphraum, oder es sind mehrere, unter Umständen mit schlingen-

förmigen Bildungen, varicösen Erweiterungen etc vorhanden. Der Lymphraum erweitert sich in der Zotte zur Lieberkühn'schen Ampulle, oder spaltet sich oder bleibt ungetheilt und geht in ein resp. mehrere Chylusgefässe über, welche unter der Zotte scheinbar ein Netz bilden, gegen die Submucosa hin verlaufen und in der Drüsenschicht mit anderen Chylusgefässen, die unregelmässige Erweiterungen und kolbige Anschwellungen zeigen, verbunden sind. In der Subserosa bilden die Lymphgefässe schöne Capillarnetze.

Zum Lymphgefässsystem gehören noch die oben beschriebenen Follikel und das cytogene Gewebe. Letzteres tritt namentlich subepithelial und subglandulär auf. Die subglanduläre Leucocyteninfiltration ist durch eine homogene Grundschicht von der muscul. muc. getrennt. Die lymphoiden Gebilde kommen am reichlichsten beim Schwein und den Pferden vor, dann folgen die Fleischfresser und Wiederkäuer. Bei jungen Thieren ist dies Gewebe sehr verbreitet, bei alten Thieren selten.

Die **Nerven**. Die Nervenstämme verlaufen meist mit den Blutgefässen und bestehen in der Regel aus marklosen Fasern. In der Submucosa liegen grössere Nervenstämme und ein Nervennetz. Wenn Brunner'sche Drüsen vorhanden sind, dann liegen diese in dem Netze und erhalten von demselben Nervenzweige, die sich in ihnen verzweigen und ein mit Ganglienzellen versehenes Nervennetz bilden.

Das submucöse Geflecht ist reich an Ganglien (Meissner'scher Plexus). Von ihm aus steigen Nervenzweige in die Höhe, geben in die Mucosa und bilden zunächst ein, Ganglienzellen enthaltendes Nervennetz, welches mit seinen Fäden bis zum Epithel emporsteigt und vielleicht sogar an dasselbe herantritt. Es scheint fast, als ob Nervenfäden in den Fuss der Cylinderzellen eindrängen. Das Nervennetz der Propria sendet auch Nerven in die Zotten. Auch hier kommen, wie mir scheint, noch Ganglienzellen vor.

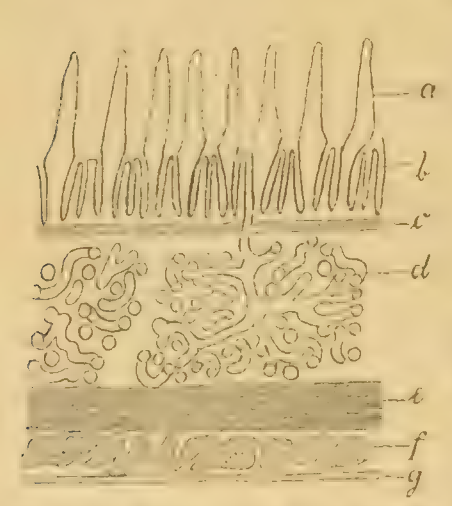


Fig. 425. Schema eines Durchschnitts der Duodenalwand. *a* Zotten, *b* Propriadrüsen; *c* muscul. muc.; *d* Submucosadrüsen; *e* u. *f* Muscularis; *g* Serosa

In der Muscularis, welche von Nervenzweigen durchzogen wird, findet man viele Ganglien, und zwar besonders in den dickeren Bindegewebssträngen, demnach vornehmlich in dem Bindegewebe zwischen beiden Muskelstraten. Hier findet man bei kleinen Thieren ein regelmässiges Nervennetz mit Ganglien (Pl. myentericus, Auerbach). Bei den grossen Hausthieren habe ich kein regelmässiges Netz nachweisen können, sondern nur unregelmässige Verbindungen von Nervenzweigen mit Ganglien.

Specielles. Das **Duodenum** besitzt Propria- und submucöse Drüsen (letztere in zusammenhängender Schicht und grosser Zahl) und Solitärfollikel, dagegen keine Peyer'sche Haufen bei den Wiederkäuern und dem Pferde, während beim Schweine

und Hunde solche, wenn auch vereinzelt und klein, vorhanden sind. Die solitären Follikel kommen beim Schweine, welches auch besonders lange Propria- und sehr entwickelte Brunner'sche Drüsen hat, zahlreich und auch in Haufen vor und zwar derart, dass auf ihrer Kuppe weder Drüsen noch Zotten stehen. Bei den Fleischfressern sind die Brunner'schen Drüsen nur direct hinter dem Pylorus vorhanden und stark entwickelt, sonst fehlen sie.

Das Pferd hat stark ausgebildete submucose Drüsen und hohe Zotten. Die Muscularis ist dicht hinter dem Magen ca. 2, entfernter davon 1—$1^1/_2$ *mm*, beim Schwein und Rind $^1/_2$—1 *mm* stark. Beim Pferde ist am Duodenum noch das Vater'sche Divertikel beachtenswerth, dessen Schleimhaut sehr entwickelte Knäueldrüsen (Schleim-drüsen), aber keine Lieberkühn'schen Crypten enthält.

Das **Jejunum** (Schema s. Fig. 421) des Pferdes gleicht in seinem Anfangstheile noch dem Duodenum. Weiter nach hinten werden aber die Brunner'schen Drüsen immer seltener und kleiner und hören ca. 8 *m* vom Pylorus entfernt ganz auf, beim Rinde fehlen dieselben, oder sind höchstens nur noch im Anfange vorhanden, sie hören oft schon $^1/_2$, manchmal erst ca. 4—6 *m* hinter dem Pylorus auf. Beim Schweine fehlen sie gewöhnlich, bei den Fleischfressern stets.

Solitäre Follikel trifft man im ganzen Jejunum an. Sie sind beim Schafe sehr klein, aber sehr zahlreich zugegen. Kleine Follikelhaufen treten beim Pferde ca. 2 - 3 *m* hinter dem Pylorus zuerst ganz vereinzelt auf und werden nach hinten häufiger und grösser (im Mittel 5—6 *cm* lang und 3 *cm* breit). Beim Rinde bilden sie vorn kleine rundliche Haufen (2—3 *cm* Durchmesser), hinten lange Bänder (5—20 *cm* lang und 2—$2^1/_2$ *cm* breit ; beim Schweine sind sie vorn ganz klein und bestehen nur aus 4—10 Follikeln und bilden hinten längere Stränge (5—15 *cm* lang). Bei den Fleischfressern sind die Haufen rundlich und bei Hunden zahlreicher als bei der Katze zugegen (s. vorn).

Die Muscularis ist beim Pferde ca. 1 *mm*, beim Rinde und Schweine $^1/_2$ bis 1 *mm* dick, wovon $^2/_3$ auf die circuläre, $^1/_3$ auf die longitudinale Schicht kommen.

Das **Ileum** (Fig. 423). Die Zotten sind im Ileum kürzer und seltener als im Jejunum und namentlich als im Duodenum. Es fehlen die submucosen Drüsen. Die Propriadrüsen reichen (z. B. beim Pferde) in Gruppen oft so tief in die muscularis mucosae herab, dass sie rundum von Muskulatur umgeben sind. Ausgezeichnet ist das Ileum besonders durch das Vorkommen grosser und zahlreicher Follikelhaufen. So kommen beim Pferde Platten vor von 15—20 *cm* Länge und 3 - 4 *cm* Breite. Beim Rinde findet man am Ende des Ileum eine 2—3 *m* lange Platte, die noch in das Cöcum hineinreicht. Seine Follikel sitzen sehr tief, reichen bis an die muscularis externa und haben die Submucosa fast ganz verdrängt; sie ragen z. Th. mit ihrem anderen Ende bis über das Schleimhautniveau hervor, liegen aber grösstentheils unter den Drüsen und Zotten. Das Schaf besitzt 20—30 Peyer'sche Haufen; der letzte ist im Hüftdarm gelegen, 1 - 2 *m* lang und reicht noch in das Cöcum hinein. Beim Schweine bilden die Follikelhaufen oft dicke, wulstige Vorragungen; sein letzter Peyer'scher Strang im Hüftdarm ist 1,5—2,5, ja sogar bis 3 *m* lang und reicht noch 10 *cm* weit in das Cöcum hinein. Bei der Katze ist dieser letzte Haufen 8—9 *cm*, beim Hunde 15—20 *cm* lang

Die Muskelhaut im Ileum ist beim Pferde auffallend dick und erreicht eine Dicke von 5, ja sogar 7 *mm*, wovon 1—2 auf die longitudinale und 3 - 6 auf die circuläre Schicht kommen. Der Uebergang aus der nur ca 1 *mm* starken Jejunalmuscularis erfolgt allmählich und beginnt ca. 1 *m* vor Beginn des Ileum. — Bei den übrigen Hausthieren fehlt diese bedeutende Muskelverdickung, wenn auch die Muscularis im Ileum und im Dickdarm etwas stärker ist als im Jejunum; nur beim

Schwein ist die Ileummuskulatur oft um das 3fache dicker (2—3, ja zuweilen bis 4 *mm*) als die des Jejunum und auffallend reich an Ganglien. Bei den Fleischfressern ist die Muscularis des ganzen Darmkanals verhaltnissmässig starker als bei den anderen Thieren.

Der **Dickdarm** (Schema s. Fig. 422) unterscheidet sich durch einige, seinen einzelnen Theilen gemeinsame Merkmale vom Dünndarm. Seine Schleimhaut ist dicker, dunkler gefärbt, stark gefaltet, besitzt keine Zotten, hochstens niedrige, papillose Vorsprunge; das Epithel besitzt keinen so deutlichen Saum und mannigfaltigere Gestaltung seiner Zellen, seine Propriadrüsen sind länger, weiter und dichter gelagert als im Dunndarm und oft gewunden und geschlängelt. Sie enthalten sehr viel Becher- und Schleim- und wenig Eiweisszellen. Zuweilen liegen Eiweiss- und Schleimzellen alternirend im Drüsenschlauche; die Cylinderzelle wird dann von den bauchigen Becherzellen gedrückt und dadurch in der Mitte schmaler als an den Enden (Heidenhain). Manchmal erscheinen die Drüsenzellen sämmtlich gekörnt, manchmal fast alle zu Bechern umgewandelt. Die Dickdarmdrüsen kann man als Darmschleimdrüsen im Gegensatz zu den Darmsaftdrüsen des Dunndarms bezeichnen (Heidenhain). Die Dickdarmschleimhaut enthält zahlreiche Solitärfollikel, aber keine Follikelhaufen. Die longitudinale Muscularis bildet beim Pferde und Schweine die sogenannten Bandstreifen.

Das **Cöcum.** Am Uebergang des Ileum in das Cöcum findet man beim Pferde eine sphincterähnliche, 18—15 *mm* dicke, starke Bindegewebszüge führende Muskelwulst, die grosstentheils aus der circulären Schicht des Ileum besteht, in welche aber auch die longitudinale Schicht, aus welcher die entsprechende Schicht des Cöcum hervorgeht, hineinragt.

Die Schleimhaut des Cöcum ist reich an Solitärfollikeln, die meist unter den Drüsen liegen, resp. von unten aus zwischen dieselben hineinreichen; bei den Fleischfressern kommen grosse linsenformige Solitärfollikel vor, welche dadurch ringformig erscheinen, dass sie einen centralen Bindegewebsstrang enthalten. Sie liegen unter der dünneren und durch sie gewolbten Muscularis mucosae. Nur über ihrer Kuppe fehlen die Drüsen. Ihre Gefässe treten von der Peripherie und vom centralen Strang in den cytogenen Ring ein.

In der Cöcalschleimhaut findet man beim Pferde einen grossen Reichthum an Leucocyten und eosinophilen Körnchenzellen. Die Cöcaldrüsen des Pferdes sind z. Th. Darmsaft-, z. Th. Darmschleimdrüsen; diejenigen der Fleischfresser sind oft kolbig angeschwollen.

Die Muscularis bildet beim Pferde 4 und gegen die Spitze 3 Bandstreifen. Dieselben entstehen durch bandartige Verdickungen der longitudinalen Schicht, welche hier 1—$1^1/_2$ *mm* stark ist, während sie zwischen den Ligamenten nur ca. 50 μ stark, also kaum nachweisbar ist. Die circuläre Schicht ist im ganzen Dickdarm ungefähr von gleicher Stärke und ca. 4—6 mal stärker als die Längsfaserschicht zwischen den Ligamenten. Nur an der Cöcalspitze ist eine stärkere zusammenhangende longitudinale Schicht zugegen.

Auch beim Schweine treten Bandstreifen (3) auf, an denen die Muscularis $^1/_2$—1 *mm*, während sie dazwischen nur $^3/_{10}$—$^4/_{10}$ *mm* stark ist. Beim Rinde und den Fleischfressern fehlen dieselben. Beim Rinde ist die Muscularis 1—$1^1/_2$ *mm* stark. An dem ostium coeco-colicum bilden die Muskelfasern eine Art Orbicularis (resp. sphincter). Bei den Fleischfressern wird die valvula coli nur von der Kreisfaserschicht gebildet; die Längsfaserschicht ist hier beim Hunde unterbrochen, während sie bei der Katze mit dem Peritoneum darüber hinweg zieht.

Ein Theil vom Grunde des Pferdecöcum und die pars pancreatica ist nur mit einer Adventitia versehen, indem hier die Serosa fehlt. Die Submucosa ist schwach und nur da, wo Gekrösdrüsen und starke Gefässstämme liegen stark entwickelt.

Das **Colon** besitzt, namentlich beim Schwein und Rinde, sehr lange und weite Propria-Schleimdrüsen. Die Muscularis bildet beim Pferde an den ventralen (proximalen) Lagen 4, an den dorsalen (distalen) Lagen 3 und beim Schweine 2 Tänien, während bei den Wiederkäuern und Fleischfressern diese Bildungen fehlen. Die Serosa fehlt an der pars pancreatica. Hier verbindet eine feste Adventitia das Pancreas mit dem Darm. Auch zwischen den Platten des Mesocolon ist die Musculatur nicht von der Serosa bedeckt. Beim Pferde ziehen von den ventralen zu den dorsalen Tänien zwischen den Gekrösplatten, zwischen denen lockeres Gewebe ausgespannt ist und die Gekrösdrüsen liegen, Muskelfasern in die Höhe. Sie umgeben die Gekrösdrüsen (Franck).

In dem Grenzbezirke zwischen Colon und Rectum ist die Muscularis sehr dick (6—7 *mm*, wovon $^2/_3$ auf die circuläre Schicht kommen).

Das **Rectum** gleicht in seiner freien Partie dem Colon. Seine Muscularis bildet beim Pferde 2 Tänien. Am Endabschnitt fehlen dieselben; hier ist eine starke Längsmuskulatur zugegen, die dadurch entsteht, dass sich die obere Tänie strahlig auflöst und ihre Fasern um das Darmrohr vertheilt. Sie endet 5—6 *cm* vor dem Anus. Die ventrale Tänie spaltet sich in 2 Schenkel, die seitwärts am Darme in die Höhe laufen und z. Th. an die Wirbelsäule resp. den Schweif gehen (Afterschweifband) und z. Th. Bogen um den Darm bilden (Mastdarmschleifen). Die Circulärschicht endet mit einem beim Pferde 3—6 *cm* dicken, beim Rinde dünneren Ringwulst (sphincter internus). Die zwischen Anus und äusserer Haut liegende, oft sogar 6—7 *mm* dicke Muskelschicht besteht nicht nur aus Circulärfasern, sondern auch aus solchen, welche in schiefer Richtung verlaufen und den sphincter internus mitbilden helfen. Ueber den sphincter ext. s. Anatomie. Die Schleimhaut des Mastdarmes ist mit einer kräftigen muscul. muc. ausgerüstet, die mit dünnen Sehnen an der Haut des Afters endet; sie enthält lange Propriadrüsen und wenig Follikel. Gegen das Ende des Rectums hin (beim Pferde und Rinde 3—4 *cm* vor demselben) geht die mit Cylinderepithel bedeckte Drüsenschleimhaut in eine cutane, drüsenlose, mit Papillarkörpern versehene, viel elastische Fasern enthaltende Schleimhaut über. Das Cylinderepithel wandelt sich allmählich in ein mehrschichtiges Plattenepithel um, indem die nicht zusammenhängende Rundzellschicht unter den Cylinderzellen erst zusammenhängend und dann mehrschichtig wird, während Abplattung der Zellen der obersten Schicht erfolgt. Am After treten Talg- und Schweissdrüsen auf, und geht die Schleimhaut allmählich in die äussere Haut über.

Bei den Fleischfressern kommen blindsackähnliche Hauteinstülpungen am After vor, in welche acinöse und tubulöse Drüsen einmünden und in deren Umgebung bei der Katze grosse Talgdrüsen stehen. Bei diesem Thiere trifft man im sphincter externus grosse Drüsenknäuel seröser Drüsen. Ueber diese besonderen Bildungen der Fleischfresser (Analbeutel und Analdrüsen) s. vorn S. 433.

C. Die Leber.

1 **Allgemeines.** Die Leber (hepar. s. jecur) ist ein drüsiges Organ, welches aber in keines der vorn (S. 241 ff.) geschilderten Drüsenschemata eingereiht, wohl aber als eine lobuläre Drüse bezeichnet werden kann. Sie besteht aus dem eigentlichen Leberparenchym und dem Interstitialgewebe. Letzteres ist im Allgemeinen spärlich zugegen und setzt sich aus Binde- und elastischen Fasern, Blut- und Lymphgefässen, Nervengewebe und Gallengängen zusammen. Das Leberparenchym zerfällt in kleine, etwa hirsekorngrosse Theilstücke — gefässhaltige Gruppen und Haufen von Leberzellen — welche Leberläppchen genannt und durch Interstitial-

gewebe (das Interlobulargewebe) von einander geschieden, resp. an einander befestigt werden.

Früher rechnete man die Leber zu den acinösen Drüsen und nannte ihre Läppchen Acini, wie man damals auch die mit blossem Auge sichtbaren, als Körnchen erscheinenden Läppchen der Speicheldrüsen als acini bezeichnete. Bei der heutigen Begriffsbestimmung von Acinus (s. S. 242), nach welcher man darunter einen mit Drüsenzellen ausgekleideten oder erfüllten Hohlraum von mehr oder weniger kugeliger Gestalt zu verstehen hat, ist dies, da die Leberläppchen Zellhäufchen sind, in



Fig. 426. Schnitt von der Leber des Pferdes (Born). *a* Centralvene; *b* Interlobularvene; *c* Interlobulararterie; *d* Lobulus.

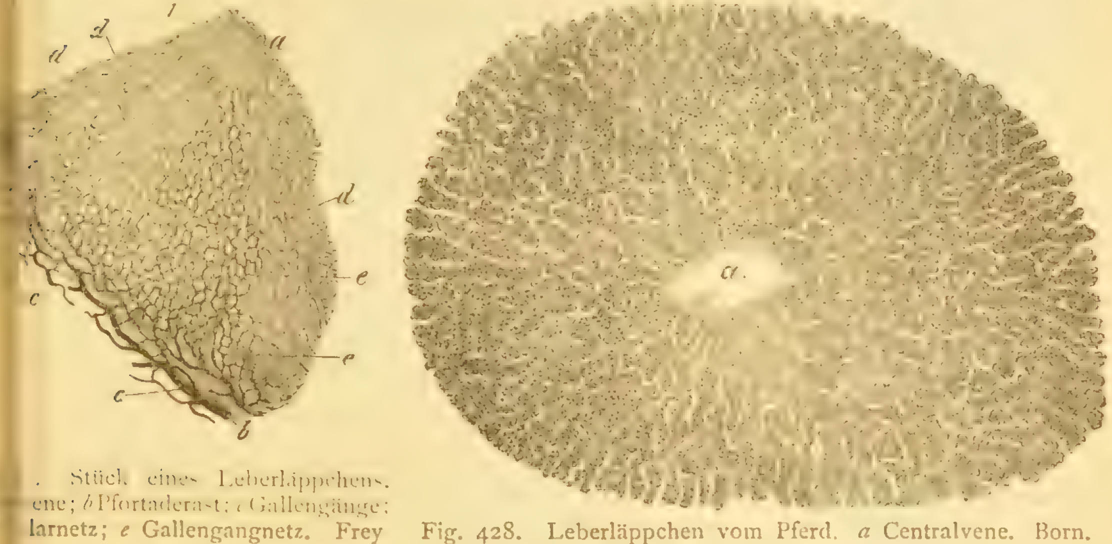
denen sich ein Stützgerüst, ein Capillarnetz und eine Vene befindet, durchaus unrichtig. In neuerer Zeit hat man die Leber als eine tubulöse Drüse gedeutet. Dies ist für die wirbellosen und die niedereren Wirbelthiere auch zutreffend, weil die Leber dieser Thiere sich aus Schläuchen aufbaut. Auch die Leber der Föten der Säuger trägt den Charakter einer tubulösen Drüse und zwar einer solchen mit netzartig verzweigten Tubuli. Die Leber der ausgebildeten Säugethiere hat aber den tubulösen Charakter im Wesentlichen eingebüsst. In den Leberläppchen sind nur noch wenige oder gar keine Tubuli vorhanden. Es steht nämlich in der Säugethierleber in der Regel jede Zelle an mehreren Stellen sowohl mit den Blutgefässen, als dem in der Regel nur von 2 Zellen begrenzten Drüsenhohlraum (Tubulus, Gallen-Capillare) in Verbindung, während bei den Drüsen der tubulösen oder acinösen Primärformation die Zellen nur an einer Seite mit den Blutgefässen und an einer anderen mit dem von mehreren Zellen begrenzten Hohlraum in Verbindung stehen. Nur ausnahmsweise werden in der Leber die sogenannten Gallencapillaren (die Drüsentubuli) von mehreren Zellen umgeben und stellen dann echte Tubuli dar (s. unten). Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass an der Leber der ausgebildeten Säugethiere in der Regel keine abgeschlossene, typische Drüsen-Primärformation constatirt werden kann, so dass die Säugethierleber weder als eine acinöse, noch als eine tubulöse Drüse bezeichnet werden darf.

Die Leberläppchen werden durch das Interlobular- und Interstitial-

gewebe zu dem grossen Organ, der Leber, vereinigt. Diese wird aussen von einer serösen Haut und deren Subserosa (der Leberkapsel) überzogen.

Nach Vorstehendem muss man in der Leber ein extra- und ein intralobuläres Stützgewebe und extra und- intralobuläre Blut und Lymphgefässe und Gallenkanäle unterscheiden. Alles Extralobuläre gehört zum Interstitialgewebe und alles Intralobuläre zum Parenchym. Das Intralobuläre liegt zwischen den Zellen; das Extralobuläre zwischen den Läppchen und Lappen. Letzteres zerfällt danach wieder in 1. interlobuläres, 2. interlobäres Interstitialgewebe. Das erstere liegt zwischen den Kanten oder Flächen aneinander stossender Läppchen; das letztere verbindet Läppchengruppen resp. Läppchenbalken und umhüllt die grossen Gefässe, Nerven und Gänge.

Leberläppchen. Die eigentliche Grundformation der Leber ist das Leberläppchen (die Primärleber). Sie stellen längliche, eiförmige, kugel-



. Stück eines Leberläppchens. ...ene; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; ...larnetz; *e* Gallengangnetz. Frey

Fig. 428. Leberläppchen vom Pferd. *a* Centralvene. Born.

förmige oder elliptische, im Querschnitt polyedrisch erscheinende Parenchymstücke, resp. Zellhaufen dar, welche von den Verzweigungen der Pfortader und Arterie umgeben und von Capillaren, welch' letztere sich axial zu einer Vene vereinigen, durchzogen sind. Man kann an den Läppchen eine Grundfläche, die Seitenwände und die etwas gewölbte Kuppe unterscheiden. Die Grösse der Läppchen schwankt etwas, sie sind aber etwa hirsekorngross; demnach mit blossem Auge und der Lupe sichtbar. Beim Schwein sind sie sehr gross (ca. 1—1,5 *mm* breit und ca. 1,5—2,5 *mm* lang); beim Schaf sehr klein. Die Läppchen bestehen aus den netzartig angeordneten specifischen Secretionszellen der Leber, den Leberzellen, und einem zarten Stützgewebe aus Bindegewebsfasern, einem Capillarnetz, den Anfängen der Gallengänge und der vena hepatica.

α) Die Leberzellen. Die Zellen sitzen in den Maschen des Capillar- und Bindegewebsnetzes und bilden demnach ebenfalls ein Netz. Zwischen ihren Berührungsflächen scheint ein Kitt zu liegen. Sie füllen das Capillarnetz derart aus,

dass sie die Gestalt der Maschen desselben annehmen, also radial verlängert sind, ja sogar rinnenartige Eindrücke von den Capillaren erhalten und sich gegenseitig zu Polyedern drücken. Die Leberzellen vertheilen sich demnach nach allen Richtungen. Ihre Lagerung wird am besten verständlich, wenn man sich einen Zellhaufen vorstellt, der von einem Capillarnetz durchbrochen wird. Das mikroskopische Bild eines Leberläppchens ist natürlich je nach der Schnittrichtung verschieden. Am häufigsten sieht man die Leberzellen reihenweise zwischen je 2 Capillaren liegen und scheinbar zu Leberbalken angeordnet. Früher sah man diese Balken als eine primäre Formation an. Dies ist aber unrichtig Die Zellen bilden vielmehr eine zusammenhängende Masse, die Balken sind Kunstproducte des Schnittes. In den Läppchen beginnen zwischen den Zellen die Gallencanäle (s. den nächsten Abschnitt).

β) Das Bindegewebsnetz ist ausserordentlich zart; feine Bindegewebsbündelchen ziehen von der Peripherie des Läppchens zu der Axe, resp. zur Wand der Axenvene und bilden, indem sie sich durch Queräste verbinden ein längsmaschiges Fadennetz mit länglichen Spindelzellen und länglichen Kernen.

γ) Die Capillargefässe, welche sehr weit sind, entspringen an der Peripherie des Läppchens aus den vasa interlobularia und bilden, indem sie radial verlaufen, ein Netz, welches von der Peripherie bis zum vas centrale reicht und dessen Maschen peripher rundlich, im Uebrigen in radialer Richtung verlängert sind. Sie münden sämmtlich und von allen Seiten und ziemlich unter rechten Winkel in die Centralvene ein und stellen deren Wurzeln dar. Dadurch, dass sich gegen die Axe des Läppchens hin oft 2 Capillaren zu einem Stämmchen vereinigen, wird es möglich, dass das Capillarnetz überall gleich dicht ist

δ) Die Centralvene liegt in der Axe des Läppchens und bleibt von der Wand, also auch von der Kuppe, ziemlich gleich weit entfernt.

Bei einem Längsschnitt durch ein Läppchen, welche die Vene selbst längs getroffen hat, erscheint diese wie die Mittelrippe eines Blattes (des Lobulus); von ihr verlaufen Seitenrippen (Capillaren) zum Blattrande, die durch Queräste verbunden sind. Das Ende der Mittelrippe strahlt radienförmig aus (cf. Fig. 431).

Bei einem Querschnitte erscheint die Centralvene als ein centrales Loch im Läppchen (cf. Fig. 430), von welchem die Capillaren radiär nach allen Richtungen ausstrahlen und Maschen bilden, die radial länger als tangential sind.

Fig. 420. Ruhende Leberzellen v. Hund. (Die Zellconturen sind etwas schärfer markirt, als sie in natura erscheinen.)

Lagerung der Läppchen. Die Leberläppchen lagern sich zu Strängen derart zusammen, dass sie mit den Seitenflächen an einander liegen, während die Grundflächen gegen die Längsaxe, in welcher die Sublobularvene verläuft, gekehrt sind. Die Stränge verbinden sich zu grösseren Lappen durch stärkere Züge von Interstitialgewebe und diese weiter zu dem grossen Organ mit seinen verschiedenen Lappen.

II. Specielles. a) Die **Leberzellen.** Die ursprünglich kugeligen Leberzellen haben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr unregelmässige, resp. polyedrische Gestalt angenommen und sind in einer Richtung (dem Radius der Läppchen) oft etwas in die Länge gezogen. Sie sind membranlos, fein und dicht granulirt, mit 1 oder 2 Kernen ausgestattet, und enthalten in ihrem Leibe ausser zuweilen sichtbaren Vacuolen grössere oder kleinere Ein-

lagerungen und zwar gelbe oderbräunliche Körnchen (Gallenpigment), glänzende Fetttröpfchen, kleine helle, glänzende und zum Theil eosinophile Körnchen und event. amorphe Glycogenschollen. Ihr Gehalt an Glycogen und Fett und überhaupt ihr Aussehen, ihre Form, Grösse und Contur wechselt nach der Natur der Nahrung, dem Thätigkeitsstadium u. s. w. (cf. Physiologie). Wenn die Leberzellen auch keine Membran besitzen, so ist doch die Aussenschicht thätiger Zellen derart verdichtet, dass sie scharf begrenzt erscheinen. Der Kern der Leberzellen ist kugelig, bläschenartig, stark granulirt und liegt excentrisch.

Bei genauerer Untersuchung constatirt man, dass die Leberzellen von einem feinen Fädchennetz durchzogen werden, welches in der Nähe des Kernes am dichtesten ist und dessen Fädchen varicös oder mit Körnchen (Fettkörnchen) beschlagen sind. Beim Schweine und den Herbivoren ist das Fädchennetz sehr dicht und oft sehr reichlich mit Knötchen oder Körnchen versehen und sehr schwer darstellbar. In dem Netzwerk liegen die Glycogenkörnchen. Beim Schaf findet man wenig Körnchen in den Leberzellen und enthält die periphere Zellschicht mehr Fett, die centrale mehr Pigment (Schütz); zuweilen sammelt sich jedoch das Pigment in den Zellen derart an, dass die ganze Leber schwarz erscheint (Siedamgrotzky). Das Aussehen der Zellen ändert sich auch je nach dem Präparationsmethoden. Regelmässige Fortsätze habe ich an den Leberzellen nicht constatiren können. Der Kern enthält in einem varicösen Fädchennetz 1 oder 2 grosse, meist excentrisch gelagerte Kern- und mehrere kleine Körperchen. Die Kernmembran zeigt knötchenartige Verdickungen oder körnige Anlagerungen. Neben den granulirten finden sich auch blasse Kerne ohne Körperchen. Zuweilen sind 2 Kerne in einer Zelle vorhanden. Unter gewissen Verhältnissen fehlt der Kern in einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Zellen. Die Angabe von Asp, dass der Kern oft in den meisten, ja allen Zellen fehlen könne, kann ich nicht bestätigen. Nicht selten beobachteten wir Baum und ich das Austreten der Kernkörperchen aus dem Kern und bei Rind und Schwein halbmondförmige chromatophile Anlagerungen an der Kernmembran. Die Grösse des Kerns ist sehr wechselnd.

b) Die **Blutgefässe**. Die Blutgefässe der Leber unterscheiden sich von denen anderer Organe dadurch, dass die zu- und abführenden Gefässe nicht neben einander liegen, sondern nach ganz verschiedenen Richtungen verlaufen, und dies nicht nur in Bezug auf die Hauptstämme, sondern auf die ganze Verästelung. Die zuführenden Gefässstämme liegen an der Magen-, die abführenden an der Zwerchfellfläche der Leber. Die ersteren haben ihre Endzweige zwischen, (vasa inter- s. extralobularia) die letzteren in den Läppchen (vasa intralobularia s. centralia). Die Leber besitzt 2 zuführende (Leberarterie als nutritives und Pfortader als functionelles Gefäss) und nur ein abführendes Gefässsystem (Lebervene).

Von den beiden zuführenden Gefässen ist die Pfortader für das Innere der Lobuli, die Arterie für das interstitielle Gewebe bestimmt. Beide Gefässsysteme müssen, da ihr Blut nur durch ein System abgeführt wird, mit einander anastomosiren. Es geschieht dies derart, dass die Arterie ein interstitielles Capillargebiet bildet, aus welchem kleine Zweige entspringen, welche als innere Pfortaderwurzeln in die Pfortaderzweige einmünden.

Die Pfortader entspingt sonach nicht nur aus dem Capillargebiete des Magens, des Darms und der Milz, sondern auch aus dem der Leberarterie.

α) Die Pfortader verästelt sich baumartig und ist von Bindegewebe umhüllt. Während ihre grösseren Aeste mit Arterien, Nerven, Gallengängen und Lymphgefässen vereint interstitiell in dem dicken Bindegewebszuge der Glisson'schen Kapsel liegen, haben ihre feineren Aeste und Zweige ihre Lage zwischen den Lobuli der Leber und greifen zwischen dieselben, wie die Wurzeln eines Baumes in die Spalten und Klüfte steinigen Bodens (Hering). Im Speciellen liegen die Endzweige wesentlich an den Kanten der Läppchen, erstrecken sich aber auch in die Scheidewände derselben hinein und umschliessen die Läppchen

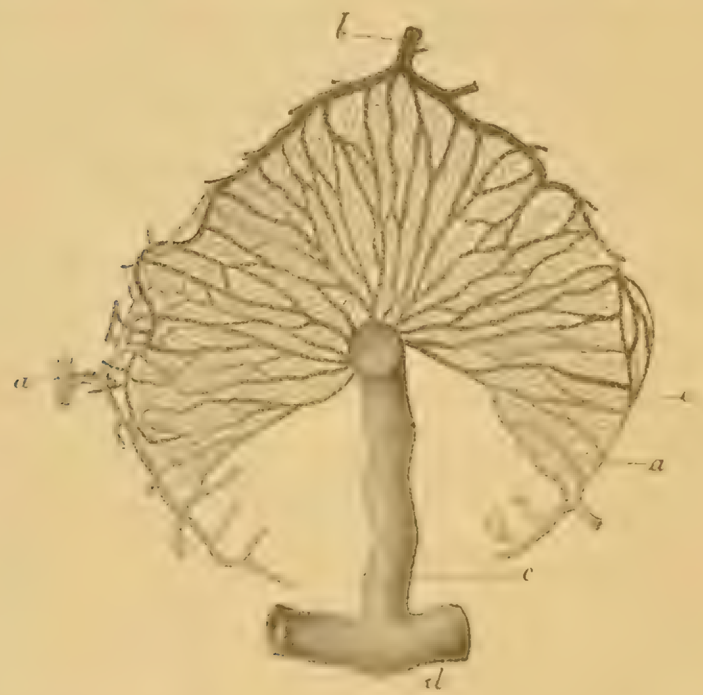


Fig. 430. Querschnitt durch ein Leberläppchen, schematisirt. *a* u. *b* Interlobulargefässe (Pfortader und Arterie); *c* Centralvene; *d* Sublobularvene; *e* Leberzellen.

korbartig. (Man nennt die an den Kanten liegenden Venen speciell Zwischenkanäle und die an den Flächen sich ausbreitenden Aeste im engeren Sinne Zwischenvenen.) Aus den kleineren, an den Grenzflächen und Kanten der Lappchen liegenden Zweigen der Zwischenvenen entspringen verhaltnissmässig weite Capillaren. Diese treten in die Läppchen ein und bilden ein enges Netz, in dessen Maschen die Leberzellen liegen (Fig. 430). In der Axe des Lappchens vereinigen sich die Capillaren zu einer kleineren Vene, der Centralvene, Intralobularvene. Nach Vorstehendem liegen die Pfortaderaste und Zweige extra- und das Pfortadercapillargebiet intralobulär.

Die Pfortaderzweige anostomosiren nicht unter einander. Beim Menschen, beim Hunde und Pferd liegen sie grösstentheils an der Kante und selten in den Scheide-

wänden. Beim Kaninchen, Schwein und Wiederkäuern liegen auch viele Gefässe in der Grenzfläche.

β) Die Leberarterie verzweigt sich mit der Pfortader. Ihre Aeste anostomosiren aber untereinander und bilden weitmaschige Netze. Sie geben schliesslich sehr enge Capillaren ab, welche in Form weit-, selten engmaschiger Netze in den Wänden der grösseren Pfortaderäste, der Venen (als vasa vasorum) und um diese herum, in den Wänden der Gallengänge, in der Leberkapsel, in der Glisson'schen Kapsel, und in dem interlobulären Bindegewebe liegen.

Aus diesem interstitiellen Capillargebiete sammeln sich kleine Venen, die als innere Pfortaderwurzeln in die Interlobularvenen (Pfortaderäste) einmünden. Einige Autoren nehmen an, dass auch an einigen Stellen ein direkter Uebergang des Capillargebiets der Arterie (z. B. des interlobulären Bindegewebes und der Kapsel), in das der Pfortader statthabe. Mir scheint jedoch dieser direkte Uebergang nicht zu existiren.

In der Leberkapsel liegen Gefässe, welche von den Zwischencanälen der oberflächlichsten Läppchen, also der Pfortader und solche, welche von der Leberarterie stammen. Die ersteren versorgen die äussersten Läppchen und vertreten für diese die Stelle der Zwischenvenen, welche den im Innern liegenden Läppchen Blut zuführen. Die Arterienzweige bilden ein Arteriennetz und ein Capillarsystem in der Kapsel, welches mit anderen Arterien anostomosirt und mit feinen kleinen Venen in die Pfortaderäste mündet.

γ) Die Lebervene stellt einen verästelten Baum dar, dessen Endzweige in der Axe der Leberläppchen liegen (vasa intralobularia), sodass letztere ihnen wie längliche Beeren (»wie Himbeeren auf dem Zapfen des Fruchtbodens«) aufsitzen. Zwischen der Inter- und der Intralobularvene liegt das intralobuläre Capillargebiet, welches beide verbindet. Jede Intralobularvene entsteht im obersten Drittel eines länglichen Läppchens durch den Zusammenfluss mehrerer Capillaren; sie läuft in dem Läppchen herab, während sie von allen Seiten Capillaren aufnimmt (Fig. 431). An der Basis des Läppchens angekommen, senkt sie sich, kaum 1 *mm* lang, in eine grössere Vene ein, welche unter dem Läppchen im Interlobärgewebe (niemals im Intralobulargewebe!) hinwegläuft und vena sublobularis genannt wird (Fig. 431 d).

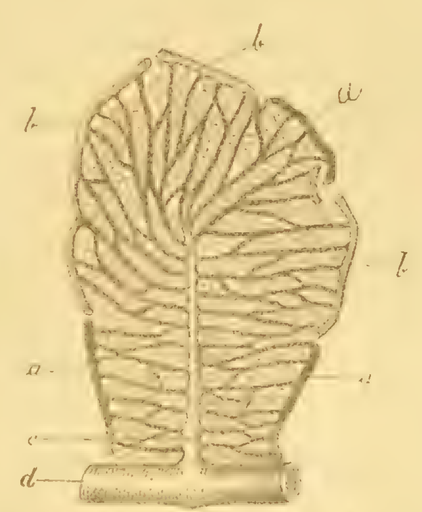


Fig. 431. Längsschnitt durch ein Leberläppchen, schematisch. *a* und *b* vasa interlobularia (Arterie und Pfortader); *c* vas centrale; *d* vas sublobulare.

Zuweilen vereinigen sich 2 Centralvenen vor Einmündung in die Sublobularvene und bilden ein Stämmchen. In diesem Falle sind 2 Läppchen basalwärts zu einem Zwillingsläppchen verschmolzen.

Die Sublobularvene liegt in der Axe eines aus Leberläppchen be-

stehenden Parenchymbalkens und zwar derart, dass die Lappchen, die sich mit ihren Seitenflächen berühren, sämmtlich mit ihren Grundflächen auf der Vene sitzen. Die Sublobularvenen entstehen demnach durch das Einmünden zahlreicher Innenvenen in einen Stamm, welchem die ersteren (in Entfernungen von 1—1$\frac{1}{2}$ *mm*) wie die Aeste dem Stamme eines Tannenbaumes aufsitzen. Die Sublobularvenen vereinigen sich spitzwinklig zu grösseren Stämmen und diese schliesslich zum Hauptstamm.

Die Sublobularvenen entstehen am Ende eines Läppchenstranges durch Vereinigung einiger Centralvenen, die aus dessen Endläppchen, welche zu einem zusammengesetzten Läppchen verschmolzen sind (Hering), kommen. Eine Anzahl von Innenvenen mündet auch direct in grössere Venenäste, denen dann auch die Läppchen aufsitzen. — Dieses Verhältniss der Lage der Läppchen und der Sublobularvenen habe ich nach Hering geschildert, trotzdem ich mich von der Richtigkeit der Hering'schen Angaben nicht bestimmt zu überzeugen vermochte. Meine Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen und noch nicht eingehend genug, um mich zu berechtigen, Ausstellungen an Hering's Lehre zu machen.

Die Blutgefässe der Leber sind mikroskopisch leicht von einander zu unterscheiden. Die Arterie ist ohne Weiteres kenntlich an der Dicke der Wand. Die Vene ist dünn und liegt im Parenchym. Sie ist rundum von Leberzellen umhüllt und steht offen. Die Pfortader ist stets von Bindegewebe umgeben, wie auch die Arterie. Die Gallengänge sind mit den Gefässen nicht zu verwechseln, weil sie mit Epithel ausgekleidet sind.

c) Das **Bindegewebe** (Stützgewebe). Dasselbe stammt zum grössten Theil von der Glisson'schen Kapsel, einer Anhäufung von Bindegewebe in der Porta hepatis, in welcher die Blutgefässe und Gallengänge liegen. Dieses Gewebe zieht sich mit den Gefässen, deren Hülle es bildet, als ein dicker Strang in die Leber hinein und verästelt sich baumförmig (Interstitial-, Interlobärgewebe) in immer feinere und feinere Stränge. Die Endstränge liegen zwischen den Leberläppchen (interlobuläres, interparenchymatöses Bindegewebe). Von hier aus geht ein zartes Netzwerk in die Läppchen hinein (intralobuläres, intraparenchymatöses Bindegewebe). Letzteres liegt mit sehr feinen, radiär verlaufenden Bündelchen an den Capillaren und ist auch zwischen denselben ausgespannt.

Dieses intralobuläre Netz liegt zwischen Centralvene und Interlobulargewebe und enstammt z. Th. auch der zarten Bindegewebsscheide der Axenvene (Kupffer, Fleischl). Das Interstitialgewebe enthält Blut- und Lymphcapillaren, Nerven und Ganglien und ist bei den verschiedenen Thierarten in verschiedener Menge vorhanden. Hiervon, d. h. speciell von der Menge des Interlobulargewebes hängt es ab, ob die Leberlappchen deutlich oder undeutlich geschieden sind. Beim Schweine (Fig. 432) bildet das Interlobulargewebe förmliche Kapseln um die Lappchen, resp. dicke Scheidewände zwischen denselben. Beim Pferd, (s. Fig. 426) Rind, Hund und Katze ist dies nicht der Fall. Bei ihnen erscheint das Gewebe nur als Hülle der Gefässe, sodass die Lappchengrenze oft schwer kennbar ist; ja die Lappchen gehen oft in einander über. Beim Kalbe und beim Fohlen sind aber wieder grössere Mengen von

Bindegewebe zugegen. Beim Schaf ist weniger Bindegewebe vorhanden und die Läppchengrenze schwer sichtbar. Nur da, wo mehrere Läppchen zusammenstossen, trifft man grössere Bindegewebszüge.

In dem Stützgewebe der Leber findet man sowohl intra- als interlobulär rathselhafte, kugelige, eosinophile Gebilde (Baum) und zackige und sternförmige Zellen, die sich dadurch auszeichnen, dass sie körnige Massen (Hämoglobinkörnchen, Zinnober etc.) sehr lebhaft aufnehmen (Ponfick, Kupffer, Platen u. A.). Im Interstitialgewebe kommen elastische Fasern reichlich vor. Auch findet man, namentlich beim Schweine, aber auch bei den Wiederkäuern, soviel Muskelelemente interlobulär, dass es mir zweifelhaft erscheint, ob diese sämmtlich den Gefässen und Gängen zuzurechnen sein dürften.

d) Die **Gallengänge**. Sie stellen den ausführenden Apparat der Leber dar und liegen, abgesehen von ihren Wurzeln, den Gallencapillaren, interlobulär, letztere dagegen intralobulär. Die Gallengänge verlaufen mit der Pfortader, sie vereinigen sich baumförmig und werden von dem Bindegewebe der Glisson'schen Kapsel umhüllt.

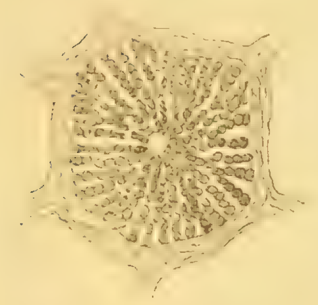


Fig. 432. Leberläppchen vom Schweine mit Bindegewebshülle.

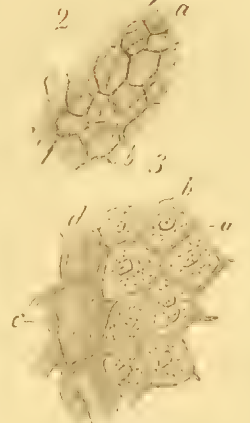


Fig. 433. (Frey) 2 Lage des Gallengefässnetzes *b* zum Blutgefässnetze *a*. 3 Gallengefässnetz in seiner Anordnung zu den Leberzellen (starke Vergrösserung):
a Gallengefässe,
b Leberzellen,
c Gallenkanälchen,
d Haargefäss der Blutbahn.

α) **Ursprung der Gallengänge**. Die Gallengänge beginnen mit dünnen Kanälchen, die netzartig als Intercellulargänge (Gallencapillaren) zwischen den Leberzellen verlaufen. Sie liegen meist an den rinnenartig vertieften Flächen zweier, selten zwischen den Kanten mehrerer Zellen. Im letzteren Falle stellen sie echte Tubuli dar. Dieses Gallencapillarnetz liegt zwischen dem Blutcapillarnetz. Die Gallencapillaren kommen aber niemals in Berührung mit den Blutcapillaren. Beide liegen möglichst entfernt von einander; beide sind allseitig von Zellsubstanz umgeben, so dass demnach stets Zellsubstanz zwischen ihnen liegt. Die meisten Autoren nehmen an, dass die Blutcapillaren meist an den Kanten, die Gallencapillaren meist an den Flächen, oder ausnahmsweise an solchen Kanten (oft beim Hund) liegen, an denen keine Blutcapillaren sich befinden (Hering, Budge, Gerlach).

In der Embryonalleber liegen die Capillaren meist an den Kanten, stellen also Tubuli dar, welche von mehreren Zellen begrenzt sind (Zuckerkandl, Toldt).

Einige Autoren nennen die Gallencapillaren wandungslos, andere schreiben ihnen

eine Wand zu (Eberth, Fleischl, Pezke, Chrzonszewski, Kölliker, Legros, Heidenhain, Mac Gillavry, Pflüger u. A.)

Der Zusammenhang zwischen Gallencapillaren und Leberzellen ist noch unbekannt. Einige Autoren nehmen an, dass die ersteren mit feinen Kanälchen bläschenartig (mit Vacuolen) in den Zellen beginnen (Kupffer, Asp, Popoff u. A.), andere lassen sie knopfförmig zwischen den Zellen anfangen, (Miura u. A.) etc. Mir ist die Darstellung eines Wandendothels der Gallencapillaren nicht gelungen.

Der Uebergang der intralobulären in die interlobulären Gänge ist noch nicht festgestellt. Hering nimmt an, dass an der Oberfläche der Läppchen die Bekleidung der Gallencapillaren durch Leberzellen plötzlich durch eine solche mit Epithelzellen ersetzt wird, dass also, wie dies ja in allen Drüsen der Fall ist, einfach die eine Zellart an die Stelle der anderen tritt. Andere (Asp) meinen, dass die aus Bindegewebshülle und Epithel bestehenden Interlobulargänge an der Oberfläche des Lobulus ihr Epithel verlieren und als continuirliche Gänge, deren Wand aus platten Spindelzellen besteht, zwischen die Leberzellen eindringen.

β) **Bau der Gallengänge.** Die feineren interlobulären Gänge bestehen z. Th. aus einer feinen structurlosen, z. Th. aus einer bindegewebigen, Muskelkerne enthaltenden membrana propria und kubischen, fast platten Epithelzellen. Die bindegewebige Wand wird vielleicht nur von dem interlobulären Bindegewebe gebildet, der das Epithel direkt aufsitzt (Kölliker, Ries, Luschka).

Die stärkeren in der Leber gelegenen Gänge tragen ein hohes einschichtiges Cylinderepithel (mit gleichmässigem Zellleib und ovalem Kern) auf einer mehrschichtigen Wand. Diese besteht aus einer inneren Bindegewebs- und einer äusseren Muskelschicht.

Die stärksten in der Leber liegenden Gänge enthalten in ihrer Schleimhaut bereits Drüsen. Der Drüsenschicht folgt eine Bindegewebsschicht und eine aus circulär verlaufenden Fasern bestehende Muskelhaut, an die sich die Leberzellen direct anschliessen. Die Schleimhaut bildet Zöttchen und Fältchen. Ihre Drüschen sind tubulös und stellen meist kleine Schläuche, selten kleine Bläschen dar; die Drüsenzellen sind cylindrisch, mucigen. Um die Drüsen liegt ein Lymphraum.

γ) **Die ausserhalb der Leber liegenden Gänge** bestehen aus dem Epithel, der Schleimhaut, der Muskelhaut und der Adventitia. Das Epithel ist beim Pferd mehr-, bei den anderen Thieren einschichtig und besteht aus hohen, hyalinen Cylinderzellen, die mit einem cuticularen Saum versehen sind.

Die Schleimhaut enthält Drüsen und bildet beim Schaf und Schwein zottige Vorsprünge. Ihr Bindegewebe ist zellreich und erinnert oft an cytogenes Gewebe. Die Drüsen sind tubulös und enthalten helle Cylinderzellen. Sie erweitern sich oft zu grösseren Buchten. Beim Schwein liegen die Drüsen meist quer. Beim Schaf (Fig. 434) sind die Drüsen sehr bedeutend entwickelt und sehr dicht gelagert. Sie gleichen

grossen Lieberkühn'schen Drüsen. Ihre Epithelzellen sind aber ganz homogen und nicht färbbar. Die Muscularis besteht aus glatter Muskulatur.

Die Adventitia ist locker gebaut. In der Wand kommen Blutgefässe, Lymphgefässe, Nerven und Ganglien vor.

δ) **Die Gallenblase,** welche dem Pferde fehlt, besteht aus einer Schleimhaut, einer Muscularis und einer Serosa. Die Schleimhaut baut sich aus zartem, zellreichem, dichtem Bindegewebe auf und ist nach innen von einem einschichtigen Cylinderepithel bedeckt. In ihr finden sich Drüsen, die meist tubulös, zuweilen acinös sind und einschichtige, niedrige cylindrische Drüsenzellen besitzen. Die Drüsen sind bei den Wiederkäuern und dem Hunde zahlreicher vorhanden als beim Schweine. Die Schleimhaut bildet Leisten und kolbige Vorsprünge und besitzt ein dichtes Capillarnetz.

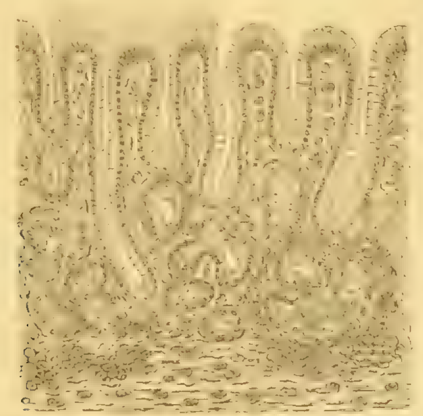


Fig. 434. Schnitt durch die Wand des duct. choledochus vom Schaf.

Die Muskelschicht ist reich an Bindegewebe. Ihre Fasern verlaufen längs und circulär. Die Serosa zeigt nichts Besonderes.

Die Lymphgefässe bilden ein unregelmässiges, feines Netz in der Mucosa und ein stärkeres in der Submucosa.

Die Blutgefässe bilden dichte Capillarnetze in der Mucosa und zeigen sonst das bekannte Verhalten.

Die Nerven sind mit Ganglien ausgestattet.

An Stellen, wo die Lebersubstanz geschwunden ist, bleiben die Gallengänge erhalten und führen dann den Namen vasa aberrantia.

ε) **Die Lymphgefässe der Leber.** Man unterscheidet oberflächliche und tiefe Lymphgefässe. Die ersteren bilden ein dichtes Netz in der Leberkapsel. Die daraus entspringenden Gefässe begleiten die Blutgefässe paarweise. Die tieferen Lymphgefässe liegen mit ihren Stämmen in der Glisson'schen Kapsel. Sie entspringen in pericapillären Lymphräumen, d. h. solchen, welche die intralobulären Capillaren umgeben (Mac Gillavry, Fleischl, Budge) und an die Leberzellen anstossen. Diese münden in feine Kanälchen, welche Netze in den Wandungen der Pfort-

ader- und Venenzweige bilden (vasculäre Lymphgefässe). Aus diesen entspringen Stämmchen, welche in peri- resp. interlobuläre Netze übergehen, welche die Pfortaderzweige umspinnen. Im Weiteren verlaufen die Stämme mit der Arterie und Pfortader. Es münden aber noch Netze in sie ein, die in den Gefässscheiden und im Bindegewebe liegen. Die beiden Lymphgefässsysteme, das tiefe und das oberflächliche, anastomosiren unter einander.

ζ) **Die Nerven.** Sie verlaufen mit den Gefässen und sind z. Th. markhaltig, z. Th. marklos. Wie die Nerven enden, ist unbekannt. Pflüger beschreibt markhaltige Fasernetze mit der Endigung in Drüsenzellen. Ich habe dies niemals wahrgenommen. Auch Krause, Kupffer, Nesteriosky, Kolatschewski bestreiten die Pfluger'sche Annahme. Bei Anwendung der Goldmethode findet man einen Fädchenplexus um die Gefässe, und Gallengänge und in den Läppchen. Es fragt sich aber, ob die Fäden Nerven sind.

η) **Die Leberkapsel.** Die Leber wird vom Peritonäum umhüllt. Ihre Subserosa erscheint unter Umständen als eine eigene tunica fibrosa. Diese sendet feine Zweige in die Lebersubstanz hinein, die sich mit dem Interlobulargewebe verbinden.

D. Das Pancreas.

Der Bau des Pancreas hat Aehnlichkeit mit dem der gelappten Speicheldrüsen. Das Pancreas stellt jedoch eine zwischen den acinösen und tubulösen Drüsen stehende Form dar. Ihre secernirenden Räume sind z. Th. rundlich, oder oval, z. Th. aber auch schlauchartig und dann oft gewunden. Bei der Betrachtung eines Schnittes durch das Pancreas bemerkt man mehr längliche, schlauchartige, als rundliche Hohlräume.

Die Hohlräume werden von dem bindegewebigen Zwischengewebe, von Capillaren und Muskelzellen begrenzt. Eine Membrana propria ist nach meiner Ansicht nicht vorhanden. An der Aussenseite der Drüsenzellen bemerkt man zuweilen Fortsatzzellen, die scheinbar Fortsätze zwischen die Drüsenzellen senden. Die Form der acini resp. tubuli wird durch die dichte und typische Lagerung der Drüsenzellen bestimmt.

Die Drüsenzellen haben eine dreieckige, pyramidale oder auch rundliche Gestalt und sind membranlos. Man unterscheidet an ihnen eine grob gekörnte helle Innen- und eine stark glänzende, hyaline oder fein gekörnte, mit den Eigenschaften der Eiweisszellen ausgerüstete Aussenschicht. Letztere verleiht dem ganzen Alveolus eine glänzende Randzone. Sie erscheint zuweilen leicht längsstreifig. Die Innenschicht enthält starke, lebhaft glänzende, dunkle, mit verschiedenen Farbstoffen färbbare Körnchen (Zymogenkörnchen), deren Menge ebenso wie die Grösse und Gestalt der Zellen und das Verhältniss beider Schichten zueinander mit dem Thätigkeitszustande der Drüsen wechselt. Neben dieser groben kommt noch eine zarte Körnung in den Zellen, besonders

in der Nähe des Kernes, vor. Ausserdem werden die Zellen von einem Fädchennetz durchzogen. Das Vorkommen von Spalten zwischen den Zellen habe ich nicht konstatiren konnen. Der meist bläschenartige und rundliche Kern, dessen Membran innen Verdickungen zeigt, liegt peripher und zwar theilweise in der centralen, theilweise in der peripheren Zellschicht. In dem Kern ist ein zartes Fadenwerk wahrzunehmen und in diesem kleine Körnchen und ausserdem mehrere grössere Körner, die Kernkörperchen, unter welchen wieder Verschiedenheiten bemerkbar sind (cf. Physiologie). An dem Kern, resp. dicht neben demselben bemerkt man zuweilen, bei Kaltblütern sehr oft, halbmondförmige sog. Nebenkerne (s. Physiologie). Ausser den Drüsenzellen kommen noch centroacinäre Zellen (s. vorn) vor.

Beim Pferde ist die Lagerung der Zellen so unregelmässig, dass bestimmte Formationen schwer zu erkennen sind. Beim Schwein und den Wiederkäuern sind die Tubuli leicht wahrnehmbar.

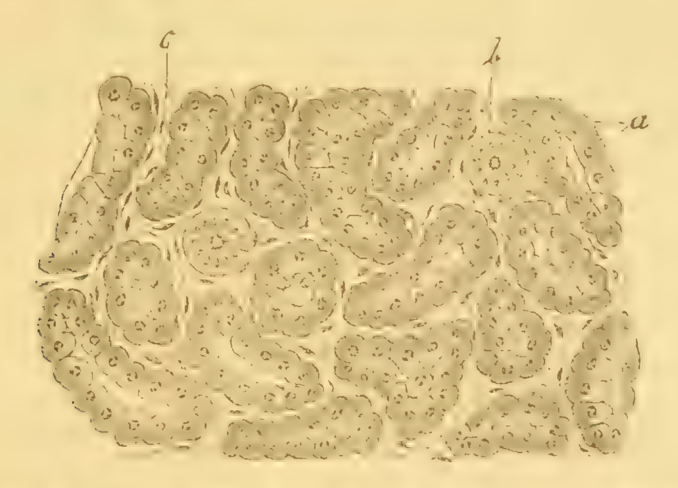


Fig. 435. Schnitt aus dem Pancreas des Schweines. *a* Tubulus; *b* Ausführungsgang; *c* intertubulöses (intraparenchymatöses) Gewebe

Das Zwischengewebe besteht aus Gefässen, Nerven, Ausführungsgängen und dem, Muskelelemente und wenig elastisches Gewebe enthaltenden, aber zellreichen, zarten und lockeren Bindegewebe. Letzteres ist spärlich zugegen. Es bedingt aber den lappigen Bau des Pancreas, indem es eine Art Balkenwerk darstellt, welches nach dem Innern der Läppchen immer feiner und schliesslich zum intraparenchymatösen, reticulären Gewebe wird, welches die Drüsenzellen umgiebt. An manchen Stellen kommen Zellenanhäufungen vor, die man mit Lymphfollikeln vergleichen kann.

Die Blutgefässe vertheilen sich im Allgemeinen wie in solchen lappigen Drusen uberhaupt, verlaufen also im Balkensysteme des Bindegewebes, dringen mit diesem in die Läppchen ein und umspinnen die Alveolen mit Capillarnetzen. Jedoch scheinen die Alveolen nur theilweise von regelmässigen Netzen umgeben zu sein. Selbst bei guten Injectionspräparaten sah ich Alveolen und kleine Gruppen derselben

ohne diese Capillargeflechte. Kühne und Lea beschreiben auch das Vorkommen vereinzelter Gefässknäuel in der Nähe intertubulärer Haufen von kleinen trüben Zellen.

Die Lymphgefässe entspringen an den Alveolen mit grösseren Räumen oder schlingen- und netzartigen Bildungen und verlaufen dann mit den Blutgefässen.

Die Nerven stammen von Plexus cöliacus und Vagus und begleiten die Gefässe und Ausführungsgänge. Ihre Endigungen sind noch unbekannt. Man trifft aber oft Ganglienzellen an denselben. Bei der Katze sind Pacinische Körperchen in dem Pancreas gefunden worden.

Die Ausführungsgänge beginnen mit platten, länglichen, spindelförmigen, endothelartigen Zellen im Alveolus, an dessen Drüsenzellen sie sich anlegen. Sie schliessen nach aussen an ähnliche Zellen an, die ein Röhrchen formieren und so gewissermassen den Hals des Alveolus darstellen. Diese kleinen kurzen Gänge vereinigen sich zu 3, 4, 5 und bilden etwas weitere Röhrchen, die eine längere Strecke zwischen den Alveolen hinziehen und sich dabei wieder einigemal mit anderen Röhrchen vereinigen. Diese gehen dann in die Anfangszweige der grösseren Drüsengänge über.

Das Pancreas hat einen oder zwei Haupt-Ausführungsgänge, welche in das Duodenum münden. Diese verzweigen sich in dem bindegewebigen System des Pancreas baumförmig, aber mit Erhaltung des Stammes, d. h. auf dem Wege der sogenannten Abzweigung (s. vorn).

Die intralobulären Röhrchen bestehen aus gestreckten, platten, kernhaltigen, in der Kerngegend verdickten, endothelartigen Zellen. Die dünneren Zweige besitzen eine structurlose membrana propria und cubische Zellen, die mit Verbreiterung der Gänge höher werden. Die grossen Gänge besitzen eine bindegewebige, Muskelelemente enthaltende Wand mit hohen cylindrischen Zellen und einer unterbrochenen Schicht von Ersatzzellen. Sie enthält zahlreiche tubulöse Drüsen, die bei starkerer Anhäufung wohl auch als Nebenpancreas bezeichnet worden sind.

Structur des centralen Nerven-Systemes, des Sympathicus und der peripheren Ganglien.

Bearbeitet von

Prof. Dr. **Max Flesch** in Bern.

Die Organe, deren histologischer Bau in diesem Capitel zu besprechen ist, sind Gehirn und Rückenmark mit ihren Anhangs-Gebilden, dem Hirnanhang und der Zirbel, die Ganglien des peripheren Nerven-Systemes und der Grenzstrang des Sympathicus; anhangsweise werden auch die Hüllen des Gehirnes und des Rückenmarkes zu besprechen sein.

Für das Verständniss aller dieser Theile ist ein kurzer Blick auf deren Entwickelung von Wichtigkeit. In dem fertig gebildeten Nerven-Systeme sind nämlich Bestandtheile von sehr verschiedener Herkunft enthalten, welche auf's innigste durchmischt und nach ihrem physikalischen Verhalten schwer zu unterscheiden sind, so dass eine Sonderung nur nach Massgabe der Entstehungsweise zulässig ist. Es wird daher jedem Abschnitte der folgenden Darstellung eine entwickelungsgeschichtliche Betrachtung voranzuschicken sein.

1. Gehirn und Rückenmark.

Anatomische Uebersicht. Auf einer Schnittfläche des Gehirnes oder des Rückenmarkes an dem frisch aus dem Körper des Thieres herausgenommenen Organe sieht man bekanntlich mit blossem Auge zwei durch ihre Färbung unterschiedene Bestandtheile, welche man als graue und als weisse Substanz bezeichnet. Dieselben umschliessen eine Höhle, die am unverletzten Präparate mit Flüssigkeit — Cerebrospinalflüssigkeit im engeren Sinne — erfüllt ist. Wie das Mikroskop lehrt, ist diese Höhle von einer Epithelschicht, dem Ependym, begrenzt. Die Masse der Gehirnsubstanz ist von einem Ueberzuge aus gefässreichem Bindegewebe umgeben; eine weitere, gefässarme, derbere Hülle umringt die letztere am Rückenmarke, während ihr das Gehirn umkleidender Antheil bei dem Herausnehmen des Präparates in der Schädelhöhle zurückbleibt. Die bindegewebigen Hüllen und das Ependym finden sich, bei jungen Thieren wenigstens, in der ganzen Länge des centralen Nerven-Systemes in gleichartiger Entwickelung; sie können im grossen Ganzen als geschlossene Röhren bezeichnet werden. Die Nerven-Substanz dagegen zeigt wesentliche Verschieden-

heiten an verschiedenen Stellen. Sie kann an manchen Orten fehlen: alsdann berühren sich Ependym und Pia mater. Dies ist der Fall an den sogenannten Gefäss-Vorhängen — Tela chorioidea superior (in der Decke der Zwischenhirnhöhle — III Ventrikel) und inferior (Decke

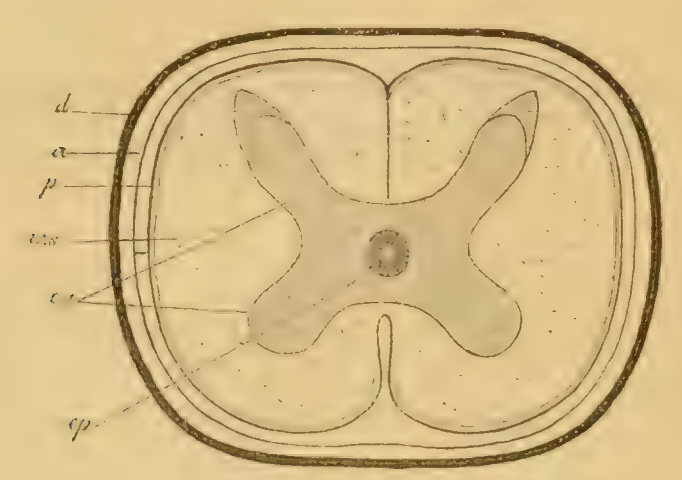


Fig. 437. Schichtung der Bestandtheile des Rückenmarkes. Schema: *a* Arachnoidea. *cg* Central-grau. *d* dura. *ep* Ependym. *p* Pia. *ws* weisse Substanz. *xx* Seitliche gellatinöse Substanz.

der Nachhirnhöhle — IV Ventrikel) —. Die nervöse Substanz verhält sich ferner verschieden bezüglich der Vertheilung weisser und grauer Substanz. Wir sehen in der ganzen Länge des Rückenmarkes einen Kern aus



Fig. 438. Schichtung der Bestandtheile des verlängerten Markes. Schema: Die Dura ist fortgelassen. *cg'* Central-grau. *cg* abgesprengte Kerne grauer Substanz, andere Bezeichnungen wie in Fig. 437. XX sogenannte aufsteigende Trigeminus-Wurzel.

grauer Substanz, der auf dem Durchschnitte die bekannte Form des Andreas-Kreuzes (cg) zeigt und von einem Mantel aus weisser Substanz umgeben ist. Am Durchschnitte des Gehirnes sehen wir neben dem (nur an einem Theile des Umfanges des Central-Canales vorhandenen)

grauen Kerne noch eine graue Rinde. Sonach lassen sich mehrere concentrische Schichten in der Wand des Nerven-Systemes unterscheiden, nämlich von aussen nach innen gezählt: a) Hüllen: 1. Gefässarme fibröse Hülle (dura mater), 2. gefässreiche Hülle (arachnoidea und pia mater); b) nervöse Substanz: 3. graue Rinde, 4. weisse Substanz, 5. centrales Grau, 6. Ependym. Verschiedenheiten bestehen, wo die eine oder die andere dieser Schichten fehlt; im verlängerten Marke beispielsweise zeigt sich dorsalwärts (oben) die einfachste Schichtung: Pia und Ependym grenzen aneinander; ventralwärts (unten) findet sich die Schichtung des Rückenmarkes insofern abgeändert, als die gesammte Substanz nicht einen zusammenhängenden Kern darstellt, sondern neben diesem mehrere zerstreute Inseln grauer Substanz (Kerne des ver-

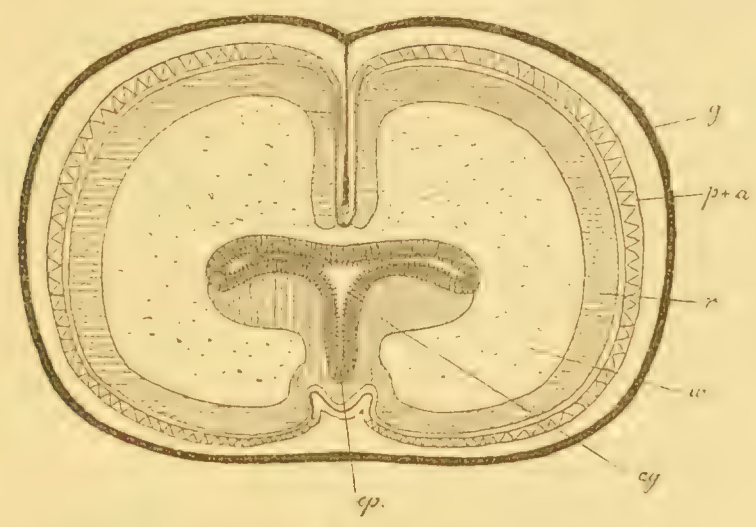


Fig. 439. Schichtung der Bestandtheile des Gehirnes.
Schema. *cg* centrales Grau. *d* dura mater. *ep* Ependym. *p* u. *a* pia arachnoidea. *r* Rinden-Grau. *w* weisse Substanz. Unten sind Centralgrau und Rindengrau, welche durch verschiedene Schraffirung unterschieden sind, im Zusammenhang dargestellt (vgl. Fig. 437 u. 438).

längerten Markes, Oliven u. s. f.) aufweist. In der Vierhügelgegend folgen sich dorsal graue Rinde, weisse Substanz, centrales Grau; ventral fehlt die graue Rinde. Am Grosshirn ist letztere in reichem Masse entwickelt (vgl. Fig. 430); dagegen fehlt das centrale Grau in einem Theile der Decke seiner Höhlung.

Entwickelungsgeschichtliche Ableitung. Die Quelle der specifischen Substanzen des Nerven-Systemes ist die äussere als Ectoderm bezeichnete Zellschicht der in einem früheren Stadium aus zwei Lagen bestehenden platten Körper-Anlage. Aus ihr erheben sich jederseits von der Mittelebene zwei Wülste, die sich gegen die Mittelebene neigen, bis ihre freien Ränder sich berühren und verschmelzen. So wird ein Rohr, das Medullarrohr, abgeschlossen. Später wird dasselbe von Bindesubstanz umwachsen und so von der Oberflächen-

schicht des Embryo abgeschnürt. Die Wand des Rohres besteht nach dieser Einleitung aus Epithel, d. h. Zellen ohne wesentliche Mengen von Zwischensubstanz, ohne Blutgefässe und Blut. Dies Epithel liefert allein die massgebenden Substanzen des centralen Nerven-Systemes. Gefässe und Bindegewebe können später in dasselbe einwachsen; die wesentlichen Bestandtheile aber entstehen ohne deren Betheiligung. Gleichwohl stellt sich im Nerven-System ein Gegensatz zwischen einer Stützsubstanz und einer nervösen Substanz heraus. Beide entstehen hier durch eine verschiedenartige Gestaltung eines Theiles der sich bildenden Zellen des Medullarrohres: die einen werden zu Nerven-(»Ganglien«)-Zellen, die anderen zu Stütz-(»Neuroglia«)-Zellen. Beide sind gleichen Ursprunges, haben sich aber aus derselben Grundlage nach zwei verschiedenen Richtungen umgestaltet.

Besser als Gehirn und Rückenmark zeigt ein anderes Organ, die Retina, welche durch Abschnürung von der Gehirn-Anlage sich abtrennt, aber gerade bei einem Hausthier, dem Pferde, fast in ihrer ganzen Ausdehnung gefässlos bleibt, dass eine solche Umgestaltung der Zellen gleichen Ursprunges nach zwei Richtungen möglich ist. Die vorgetragene Darstellung deckt sich nicht mit der von Kölliker in neuester Zeit entwickelten, wonach die Neuroglia als Bindesubstanz angesehen werden müsste. Es erscheint mir unzweckmässig, die verschiedenartige Umgestaltung der Bindesubstanz-Zellen zu fertigen Bindesubstanz-Geweben und das verschiedene mikroskopische Verhalten beider Zellformen aus dem einzigen Grunde ausser Acht zu lassen, weil die Bindesubstanz »in gewissen Formen auch nichts anderes als primitiv eiweissreiche und später fest werdende sternförmige Zellen zeigt.« Verschiedener Ursprung, verschiedener Bildungsmodus — nur die elastische Substanz des Netzknorpels stimmt darin mit der Neuroglia überein — verschiedenes Verhalten im fertigen Zustande charakterisiren die Neuroglia genügend.

Ueberdies steht vielleicht die Neuroglia der Nervensubstanz näher als gewöhnlich angenommen wird; die directe, allerdings unwahrscheinliche entgegengesetzte Angabe der Wiener Schule, dass Glia sich in Nervenzellen umwandeln könne, ist noch nicht widerlegt; dagegen ist im jungen Nervengewebe die Scheidung erst so spät möglich, dass jedenfalls nur sehr spät ein Gegensatz auftritt. Dann aber muss berücksichtigt werden, dass angeblich krankhafte Erscheinungen von Seiten des Nervensystemes auftreten können, bei welchen — mit den jetzigen Hilfsmitteln wenigstens — nur Veränderungen der Stützsubstanz nachweisbar sind. Aus diesem Grunde unterlassen wir es, von einer Differenzirung der Nervenzellen in zwei »functionell« verschiedene Formen zu sprechen.

Die weitere Ausbildung des zum Medullarrohr eingestülpten Ectodermantheiles erfolgt durch eine Zellenwucherung, die von der in der Epidermis stattfindenden wesentlich verschieden ist. Die Schichtung der Epidermis bildet sich in der Weise, dass die der gefässhaltigen Unterlage (der cutis) aufgelagerte »germinative« Schicht unter den bekannten Erscheinungen der Karyokinese (S. Bd. I S. 85) die oberen Zelllagen erzeugt. Selten, vielleicht nie, finden sich Kerntheilungen, aus welchen wir auf Zellenvermehrung schliessen könnten, in der zweiten Schicht; die der freien Fläche zugekehrten Zellen sind jedenfalls die ältesten. Auch die als Medullarrinne und später Medullarrohr eingestülpten Zellen produciren

durch Theilung unter den Erscheinungen der Karyokinese neue Zellen; diese finden wir aber nicht auf der Seite, welche der freien Epidermisfläche entsprechen würde, d. h. auf der der Höhlung des Central-Canals zugekehrten Seite, vielmehr zeigen sich die neugebildeten Zellen auf der Seite, welche dem Mesoderme aufliegt, die karyokinetischen Figuren auf der Seite der Höhlung des Medullarrohres. Im Allgemeinen betheiligen sich in dem früheren Stadium des Embryo-Lebens an der Zellenbildung nur die Zellen der innersten Schicht, es kommen karyo-

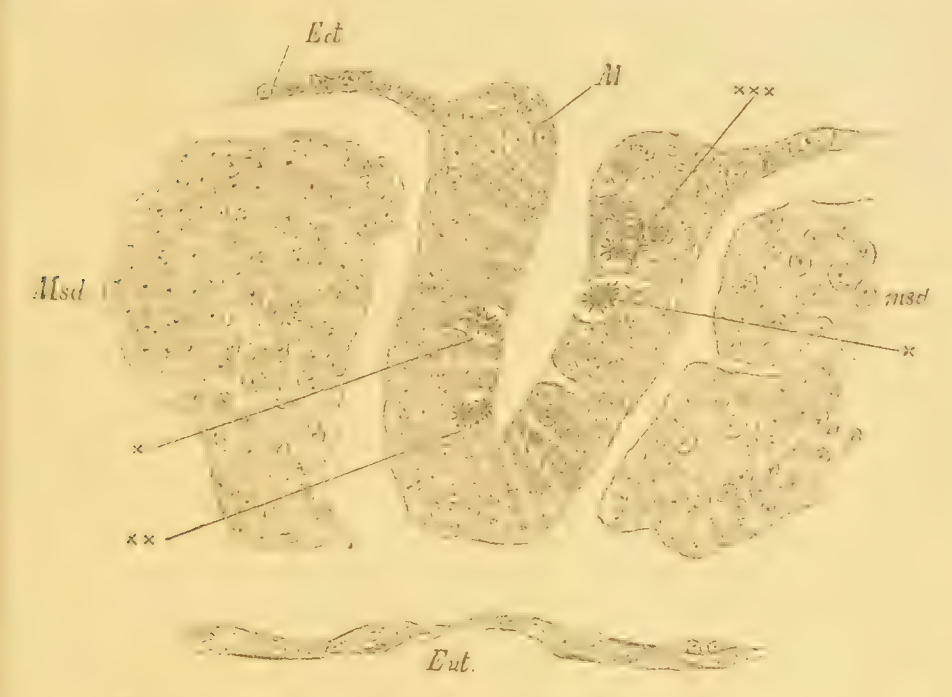


Fig. 440. Entstehung des Medullar-Rohres.

Aus einem Querschnitt eines Kaninchen Embryo vom neunten Entwickelungstag. Ect. Ectoderm. Ent: Entoderm. M. Rand der Medullarrinne. Msd. Mesoderm. (Urwirbel) *x. xx. xxx.* Kerntheilung-Figuren der inneren Zellschicht des Medullar-Rohres. *x* Aster. *xx* Dyaster. · *xxx* Dispirem neben einem Aster. Gezeichnet bei starker Vergrösserung. (Seibert $^1/_{12}$ hom. Immers. Oc. 1 nach einem mit Carmin tingirten Präparat.)

kinetische Figuren auch in der zweiten Schicht nur vereinzelt vor. Es behalten diese Zellen auf die Dauer einen eigenartigen Charakter, sie bleiben in ihrem Aussehen Epithelien; man bezeichnet sie in ihrem bleibenden Zustande als Ependym-Zellen. Ihre Beziehung zu den von ihnen stammenden Mantelschichten zeigt sich aber dauernd in der Existenz von Ausläufern dieser Zellen, die weithin zwischen die nervösen Substanzen zu verfolgen sind und anscheinend mit Ausläufern der einen oder der anderen Zellenform derselben zusammenhängen. Nur die aus ihrer Wucherung hervorgegangenen Zellen der nach aussen gekehrten Schichten sind aber in ihren physikalischen Merkmalen zu specifisch nervösen Bestandtheilen umgestaltet.

Unsere Kenntnisse über die Herkunft der das centrale Nervensystem bildenden Zellen sind überhaupt noch nicht abgeschlossen. Wir wissen, dass die späteren Ependymzellen anfangs lebhaft proliferiren, wir wissen aber nicht, ob alle ihnen nach aussen anliegenden Zellen der Röhrenwand aus den Ependymzellen hervorgehen. Vielleicht besteht von vorn herein ein Unterschied bezüglich der Herkunft der nervösen Elemente und jenen der Glia nebst Ependym in der Weise, dass nur Glia und Ependym aus der Wucherung der Medullarplatte hervorgehen, während den Nervenzellen eine andere Ableitung zukommt, vielleicht von den Zellen der Röhrenwand, die bei der Abschnürung des Medullarrohres nicht an der Begrenzung des Centralkanales betheiligt sind. Eine scharfe Abgrenzung des Ependymes gegen die umfassende Nervensubstanz wie die der Epithelien gegen die Mucosa oder die Cutis kann nach den entwickelungs-geschichtlichen Beziehungen beider nicht bestehen. Die Nervensubstanz verhält sich zum Ependym eher wie die Substanz des Haares, des Hufes und dergl. gegen die germinative Schicht. Damit in Einklang steht das Verhalten der Blutgefässe, welche gelegentlich bei niederen Thieren bis zwischen die Ependymzellen eindringen können.

Im weiteren Fortschritte der Entwickelung gestalten sich die aus dem Wucherungsprocess hervorgegangenen, an das Ependym angrenzenden Zellen zu grauer Substanz. Es ist schwer festzustellen, wann die Scheidung der Entwickelungsbahn im Leben der Zellen eintritt, durch welche ein Theil derselben zu Glia, ein Theil zu Nervenzellen sich gestaltet. Jedenfalls findet später eine Neubildung der Zellen statt, durch welche sich die Zahl der Nervenzellen noch vergrössert. Ausnahmsweise findet man noch im späteren Leben mehrkernige Nervenzellen; auch zeigen Beobachtungen bei experimentell hervorgerufenen Entzündungsprocessen, dass unter Umständen die Nervenzellen zu Kerntheilungs- bezw. Proliferations-Processen angeregt werden können. Die Nervenzellen nehmen im Laufe der Entwickelung verschiedene Formen an, die sich durch die Beschaffenheit ihrer Kerne und namentlich durch das mikrochemische Verhalten ihres Protoplasmas unterscheiden. Schliesslich scheinen auch im Laufe der Lebenszeit einzelne der Nervenzellen dem Untergange anheimzufallen, wenigstens sind einige später zu besprechende Formverhältnisse derselben in dieser Weise aufzufassen. Die zu Neurogliazellen sich entwickelnden Elemente scheinen nach Gierke's Angabe zum Theil die Zellennatur zu verlieren und vollständig in die netzartige Stützsubstanz aufzugehen. An manchen Stellen bildet sich ausschliesslich Neuroglia; hier fehlen die Nervenzellen. Wir sprechen von centralen gelatinösen Substanzen und von Glia-Schichten der Oberfläche; sie erhalten ihre Bedeutung durch das Einwachsen von Nervenfasern, die wir nirgends in diesen zellarmen Producten des Medullarrohres ganz vermissen.

Die weisse Substanz wird zuerst auf der Oberfläche der zelligen grauen Substanz als aus feinsten Fasern bestehende Masse angelegt; wahrscheinlich entstehen ihre Fasern als Auswüchse der Nervenzellen. Zur Zeit ihrer Entstehung entbehren diese Fasern der Markhülle; die weisse Substanz ist dementsprechend, da sie ihr charakteristisches Aussehen der Existenz der stark lichtbrechenden Markscheiden verdankt,

nicht intensiv weiss, sondern blass, mit einer je nach dem Blutgehalte rosarothen Beifärbung. Die Markscheiden treten später auf. Während die Entwickelung der Medullarplatte, des Medullarrohres und der grauen Substanz von vorn nach hinten fortschreitend verläuft, folgen die Markscheiden einem anderen Bildungsgesetz: sie entstehen in der Weise, dass physiologisch zusammengehörige Theile der weissen Substanz gleichzeitig die weisse Färbung annehmen, ganz unabhängig von der Oertlichkeit. Nach Flechsig's bahnbrechenden Untersuchungen kann man aus der Gleichzeitigkeit des Auftretens der weissen Substanz direkt die physiologische Zusammengehörigkeit der sich färbenden Partien erschliessen. Die Bildung der Nervenfasern, ebenso wie deren spätere Umscheidung mit Nervenmark, erfolgt während des gesammten Wachsthums, und zwar in der Art, dass der Abschluss der Entwickelung neuer Nervenbahnen nicht mit dem Abschlusse des Embryonal-Lebens zusammenfällt. Ob während der Lebensdauer bei normalen Verhältnissen eine Involution, eine Rückbildung einzelner Fasern stattfindet, ist nicht festgestellt, wenn auch wahrscheinlich. Für die peripheren Nerven machen dies directe Beobachtungen wahrscheinlich.

Die Untersuchung der Entwickelungsverhältnisse der weissen Substanz befindet sich für die Hausthiere noch in den ersten Anfängen; für den Menschen ist durch Untersuchungen von Hervouet für das 3. durch eigene für das 7. Jahr die nicht abgeschlossene Bildung gewisser Theile festgestellt. Im Allgemeinen erhalten diejenigen Faserzüge, welche Beziehungen zur Peripherie vermitteln, ihr Markweiss früher als andere, welche von einem Abschnitte des Centralorganes zu einem anderen ausgespannt sind. Die Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der Bildung der weissen Substanz bildet das wichtigste Hilfsmittel für die physiologische Erforschung der Zusammengehörigkeit einzelner Theile des Markes. In Verbindung mit der Untersuchung an ununterbrochenen Schnittreihen und mit den Thatsachen, welche sich aus der Entartung der zu einem Organe gehörigen Nervenbahnen nach dessen Zerstörung ergeben, ermöglicht uns die Bildung des Markweisses, die Leitungsbahnen im Centralorgan zu ermitteln. Sie ist das wichtigste Hilfsmittel der mikroskopischen Anatomie des Nervensystemes.

Die Blutgefässe des centralen Nervensystemes entwickeln sich in der Weise, dass sie von aussen in dasselbe eindringen; mit ihnen wächst auch echte (mesodermale bezw. parablastische) Bindesubstanz in die Nerven-Substanz ein.

Gewebe des centralen Nerven-Systemes.

a) **Ependym.** Das Ependym erscheint im Allgemeinen als ein Cylinder-Epithel, dessen Zellen mit feinen Haaren besetzt sind. Am reinsten sieht man es in dieser Weise auf den Gefässvorhangen, da also, wo die Nerven-Substanz in seiner Umgebung fehlt, so dass das Epithel, wie in Schleimhäuten, direkt auf einer bindegewebigen Unterlage aufsitzt; es unterscheidet sich hier nicht von anderen Flimmerepithelien. Wo die Zellen den eigentlichen Central-Canal auskleiden, zeigen sie eine complicirtere Anordnung. Die an der Umgrenzung der Lichtung betheiligten Zellen laufen gegen die nervöse Substanz in spitze Fortsätze aus, die

sich verästeln und feine Ausläufer in das umgebende Gewebe entsenden. Zwischen die verjüngten basalen Enden dieser Zellen sind spindel- und kegelförmige Elemente, die vielleicht als Ersatzzellen aufzufassen sind, eingelagert.

Ob den Haaren der Ependymzellen rhythmische Flimmerbewegung zukommt, ist nicht erwiesen. Für das normale Leben ist sie sicher nicht nothig, da beim Menschen schon zur Zeit des beendeten Wachsthumes die Haare fehlen. Auch bei den Hausthieren vermisse ich die Haare fast immer, aber ich muss offen lassen, ob nicht die Behandlung von Einfluss ist. — Auch am Epithel der Telae chorioideae werden basale Ausläufer der Ependymzellen beschrieben.

Im Centralkanale finden sich häufig Wucherungen der Zellen, durch welche die Umgebung zellenreich, die Lichtung ausgefüllt erscheint. Es scheint sich um Altersveränderungen zu handeln, aber das mir vorliegende Material reicht zur Entscheidung nicht aus. Die basalen Fortsätze der Ependymzellen verlieren sich in das umgebende Gewebe vielleicht in der Weise, dass sie sich anscheinend direct mit Ausläufern der verästelten Gliazellen verbinden; immerhin ist nicht auszuschliessen, dass sie auch eine nervöse Bedeutung, vielleicht als empfindende Zellen haben; es spricht hierfür die grosse Empfindlichkeit des Gehirnes bei Drucksteigerung in seinen Höhlen.

b) **Nervöse Substanzen.** Sie zerfallen in zwei Formen: graue und weisse Substanz. Die graue Substanz der Centralorgane tritt in verschiedener Weise auf, je nach der Existenz bezw. Nichtexistenz der Nervenzellen an den untersuchten Stellen. Es fehlen die Nervenzellen in der nächsten Umgebung der Hirnhöhlen (Substantia gelatinosa centralis), in der nach aussen gekehrten Umrandung der dorsalen Hörner des grauen Rückenmarkskernes (Substantia gelatinosa lateralis; s. jedoch u. S. 720), in einer oberflächlichen Rindenlage des Kleinhirnes und des Grosshirnes, dem Stiele des Hirnanhanges und dem zarten Ueberzuge des Anfangstheiles des Filum terminale.*)

Es unterscheiden sich die zellenarmen von den zellenreichen Parthien durch spärlichere Verästelung ihrer Blutgefässe (s u. Fig. 448). Die reiche Blutversorgung der zellhaltigen Parthien beweist deren intensivere Function. In der weissen Substanz sind allerorts dieselben histologischen Bestandtheile vorhanden und existiren Verschiedenheiten nur bezüglich des Mengenverhältnisses der Nervenfasern in der Stützsubstanz und bezüglich der Stärke dieser Fasern. Der Blutgehalt in der weissen Substanz ist geringer als in der grauen in deren zellhaltigen Bestandtheilen; er ist etwa gleich mit jenem der zellarmen Gebiete der grauen Substanz.

Die Bestandtheile der nervösen Substanzen sind (ausser den Blutgefässen) in den zellhaltigen Gebieten der grauen Substanz: Stütz-Substanz, Nervenzellen mit ihren Ausläufern und Nervenfasern; in den zellarmen Gebieten (gelatinösen Substanzen und Glia-Schichten): Stützsubstanz, Ausläufer von Nervenzellen der angrenzenden Gebiete und Nervenfasern, in der weissen Substanz: Stütz-Substanz und Nervenfasern.

*) Ich folge den Angaben der menschlichen Anatomie, da ich das Filum bei Thieren noch nicht untersucht habe.

α) **Neuroglia.** Allen Theilen gemeinsam ist die Stütz-Substanz, die Neuroglia. Sie ist ein Gerüste, gebildet aus verästelten Zellen, deren Anordnung und Form sich der Anordnnng der zu stützenden Theile anpasst. Wo Ganglienzellen, d. h. runde oder polygonale Körper in die Lücken des Gerüstes eingelagert sind, erscheinen die zum Netz gestalteten Zellfortsätze schmal, die Zellen, von welchen dieselben ausgehen (s. u.) klein, aber nach mehreren Dimensionen gleichmässig entwickelt; es bleiben in dem Netzwerke grössere Lücken für die Nervenzellen, kleinere für deren Ausläufer. Hier bildet die Glia ein enges, zartes Maschenwerk, das bei den üblichen Präparationsmethoden als feinkörniges Material erscheint. Wo nur die Ausläufer von Nervenzellen und feine, nach verschiedenen Richtungen sich überkreuzende Nervenfasern vorkommen, existirt nur dieses feine Maschenwerk, die grösseren Lücken für die Nervenzellen fehlen. Am besten lässt sich dies Maschenwerk mit den Lücken-Systemen eines Badeschwammes vergleichen. Die Substanz des Schwammes entspricht der Neuroglia; in den Lücken finden sich Fasern und Ausläufer. Man bezeichnet die Gerüste als »Horn«-Spongiosa. (Die Schwammsubstanz ähnelt in ihren mikrochemischen Charakteren, entsprechend ihrer Entstehung durch Umwandlung epithelialer Zellen, den Horngebilden.) Wo langgestreckte Nervenfasern in parallelem Verlaufe angeordnet sind, werden die Zellen der Neuroglia und ihre Ausläufer zu langen, verästelten Platten, die als unvollkommene Röhren die eingelagerten Fasern einscheiden und im Querschnittbilde eine ähnliche Beziehung zu den Nervenfasern zeigen, wie die Sehnenkörperchen zu den Sehnenfasern.

Die Darstellung der Neuroglia gehört zu den schwersten Aufgaben der histologischen Technik. Eines der einfachsten und günstigsten Objecte, sie zu demonstriren ergeben solche Präparate des Nervensystemes und der Retina, die einen gewissen Grad der Maceration erreicht haben. Hier lösen sich aus feinen Schnitten Nervenzellen und Fasern leicht aus den Lücken und es bleibt die Spongiosa zurück. Künstlich lässt sich dasselbe erzielen durch Maceriren feiner Schnitte mittelst der Verdauungsmethode (Behandlung mit Trypsin). Neutrales oder schwach ammoniacalisches Carmin hebt in den Schnitten die Neuroglia durch rothe Tinction hervor. Eine gute Darstellung scheint vor allem die Erhärtung in alcalischen Medien bei nachträglicher Färbung mit bestimmten Anilinfarben zu ergeben. (Die betreffenden Versuche sind noch nicht abgeschlossen.) Eine sehr gute Unterscheidung zwischen Glia- und Nervenzellen gewährt der Vergleich der Zellkerne an Tinctionspräparaten. Es bleibt im Allgemeinen (Ausnahmen s. u.) bei Anwendung der gewöhnlichen Kernfärbemittel der Kern der Ganglienzellen blass, nur ein Theil seiner granula färbt sich. Die Gliazellen zeigen an denselben Präparaten die Kerne intensiver und in allen ihren Theilen gefärbt. Bei geeigneter Behandlung mit Indigcarmin und Carmin gelingt es, die Kerne der Nervenzellen bläulich, die der Gliazellen roth zu differenziren. Es sind ferner die Kerne der Neurogliazellen kleiner als die der Ganglienzellen, das Protoplasma der Gliazellen erscheint homogen, nicht gleichmässig gekörnt wie das der Ganglienzellen. Es ist schwer zu entscheiden, ob die Glia ausschliesslich aus verästelten Neurogliazellen besteht oder ob, wofür manche Beobachtungen sprechen, ein Theil derselben durch vollständiges Zugrundegehen der ursprünglich vorhandenen Merkmale ihrer Zellennatur als intercellulares Netzwerk, das zwischen die nervösen Bestandtheile ein-

geschoben ist, aufgefasst werden darf? Da wir auch anderwärts (Knorpel, elastisches Gewebe) vollständiges Aufgehen der Zellen in Peri(Inter)cellularsubstanz beobachten, so hat diese Annahme nichts auffälliges. Von manchen Seiten wird die Auffassung vertreten, dass ein Theil der Neuroglia mit der Kittsubstanz zwischen den Epithelien zu vergleichen, also als marginale Differenzirung der Nervenzellen aufzufassen sei. Thatsachen, welche dafür sprechen, habe ich nicht beobachtet, jedenfalls bleibt anderwärts der Zusammenhang zwischen Zelle und Kitt ein fester, während man hier annehmen müsste, dass eine absolute Trennung eingetreten sei. Die reinsten Formen der Glia zeigen die zellenarmen Schichten der Hirnrinde, der Stiel der Hypophyse.

5) Die **Nervenzellen**. Wenn auch das wichtigste aus unserem Wissen über die Nervenzellen schon früher besprochen worden ist, (S. 106; S. 220) so muss hier doch noch einiges über deren Bedeutung und Verhalten im centralen Nerven-Systeme hinzugefügt werden. Die Nervenzelle erscheint im Centralorgan vorwiegend in der multipolaren Form, sie entsendet Fortsätze, welche sich in den Neuroglianetzen der Substanz verzweigen. Diese Fortsätze unterscheiden sich wesentlich von Nervenfasern; es fehlen ihnen die später zu besprechenden Hüllen der letzteren, welche sich durch bestimmte Färbemittel nachweisen lassen. (s. u.) Von den Ausläufern der Gliazellen unterscheidet die Fortsätze der Nervenzellen deren cylindrische bezw. conische Form; aber an feinen Schnitten genügt dies nicht zur Unterscheidung. Ob die Nervenzelle ausserdem direct in Fasern übergeht (»Axencylinderfortsatz«) ist oft schwer zu unterscheiden; ich habe mich wiederholt überzeugt, dass ein »Nervenfortsatz« nicht aus der Zell-Substanz hervorging, sondern mit kegelförmiger Verbreiterung ihr aufgelagert war. Offen lassen müssen wir die Frage, ob die Verästelungen von Fortsätzen verschiedener Zellen direct zusammenhängen. Fest steht nur, dass hin und wieder zwei Nervenzellen durch breite Brücken verbunden sind; ächte Netze von Zellausläufern sind bis jetzt nicht nachgewiesen. Dagegen spricht vieles dafür, dass sich aus diesen Netzen Fasern entwickeln können; direct beobachtet ist dies, allerdings nur an der electrischen Zelle des centralen Nerven-Systemes electrischer Fische (Fritsch).

Form und Grösse der Nervenzellen im Central-Organ unterliegt grossen Schwankungen. Eine besonders wichtige Form ist die »Pyramidenzelle«. Sie erscheint im mikroskopischen Bilde bei günstiger Schnittrichtung (in der Höhenrichtung) als gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck, dessen Ecken die verästelten Fortsätze aussenden, während sich ein Axencylinderfortsatz an die Basis oder deren Nähe anschliesst. Die Pyramidenzelle findet sich in den verschiedensten Grössen in der grauen Rinde: Die grössten »Riesenpyramiden« in der motorischen Sphäre (bei dem Hunde und der Katze in der Umgebung des Sulcus cruciatus (Fig. 447 b.) bei dem Pferde im mittleren Theil der Convexität anscheinend da, wo die längsten Faserzüge ihren Ausgang nehmen. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Pyramidenzellen in der seit-

lichen gelatinösen Substanz des Rückenmarkes, besser an der Grenze dieser letzteren gegen die graue Substanz*).

Zu den Pyramidenzellen rechnen wir weiter auch die Purkinje'schen Zellen der Kleinhirnrinde (Fig. 444) und die Zellen der Opticus-Schicht in der Retina. Eine gleichmässigere Ausbreitung der Fortsätze zeigen die Nervenzellen der centralen grauen Substanz. Hier finden sich wesentliche Unterschiede, je nachdem entweder ein stärkerer Fortsatz (Axencylinderfortsatz) die anderen überwiegt und sich von ihnen durch unverästelten Verlauf durch grössere Strecken auszeichnet (Vorderhörner der grauen Substanz) oder sich alle Ausläufer gleichartig in feine Verzweigungen auflösen. — Eine dritte Gruppe bilden kleine runde oder ovale Nervenzellen, an welchen Fortsätze sehr schwer zu erkennen sind, am ehesten als feine Fäserchen, die zuweilen an gegenüberliegenden Polen der Zelle abgehen. Es finden sich diese »Körner« gehäuft in der rostbraunen Schicht der Kleinhirnrinde (Fig. 445); einzeln in den Hinterhörnern der grauen Substanz, an manchen Stellen der Gross-Hirnrinde, in der inneren Körnerschicht der Retina.

Die Zellen aller Formen zeigen chemische Verschiedenheiten, welche sich durch geeignete Tinctionen unterscheiden lassen, der Grund des verschiedenen Verhaltens scheint eine ungleiche Reductionskraft der Zellen zu sein. Besser erforscht sind diese Verhältnisse in den Spinal-Ganglien; doch kann man auch im Centralorgan blasse und dunkle Formen unterscheiden (vgl. Fig. 447 b). Es finden sich beispielsweise in einzelnen Kernen der grauen Substanz in der Medulla oblongata nur dunkle, stark reducirende, kleine Zellen, in anderen nur grosse, helle Zellen.

Die verästelten Fortsätze der Nervenzellen sind chemisch mit den Axencylindern der Nervenfasern wahrscheinlich nicht identisch; der Unterschied liegt nicht blos in der Existenz besonderer Hüllen (s. darüber unten das bezüglich der Hüllen der Nervenfasern besprochene); soweit meine Erfahrungen reichen, zeigt ein »Axencylinderfortsatz« stets eine scharfe Abgrenzung von der Zellsubstanz. — Die Unterscheidung blasser und dunkler Zellen gelingt bei allen Formen, ist aber im Centralorgan nie so evident wie in den peripheren Ganglien. Ich bin noch nicht weit genug vorgeschritten, um topographisch die Verbreiterung dunkler und heller Zellen in der Medulla oblongata feststellen zu können. Eine besondere Schwierigkeit liegt darin, dass die Kerne mit hellen Zellen stets einzelne dunkle eingestreut enthalten, welche letztern allerdings auch noch in anderer Weise (durch die Beschaffenheit des Kernes) so charakterisirt sind, dass ihre Eigenthümlichkeiten vielleicht als Senescenz-Erscheinung zu deuten sind. — Das Aussehen der Zellen wird beeinflusst durch das Auftreten von

*) Anmerkung: Im vorderen Halstheile des Rückenmarkes bietet bei der Katze besonders schön, die gelatinöse Substanz ein Bild, das dem der grauen Rinde sehr ähnlich ist. Vielleicht ist es gestattet, die gelatinöse Substanz im Rückenmark als Analogon der grauen Rinde des Gehirnes anzusehen. Der wesentliche Unterschied liegt in der Einschiebung einer grossen Menge weisser Substanz zwischen graue Rinde und centrale graue Substanz im Gehirn. Die mikroskopische Betrachtung führt uns mit grosser Wahrscheinlichkeit dazu, die graue Hirnrinde in dieser Weise abzuleiten, vgl. S. 733; auch der entwickelungsgeschichtliche Zusammenhang zwischen der grauen Rinde und den centralen Kernen des Grosshirnes spricht dafür.

eigenartigen Körnchen und von Pigment in dem Protoplasma. Die Körnchen — Granula — sind am frischen Objecte nicht einzeln zu sehen; reichliche Anhäufung derselben verleiht dem Protoplasma vielleicht ein dunkeles Aussehen; aber erst durch Färbung lässt sich deren Vorkommen sicher stellen. Sie liegen oft in kleinen Ballen beisammen, deren Menge so gross werden kann, dass eine an sich blasse Zelle bei geeigneter Färbung der Granula dunkel erscheinen kann. — Pigment in Gestalt gelbbrauner Körnchen findet sich reichlich bei älteren Thieren.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beziehungen der Zellen zu der umgebenden Neuroglia. Nur selten findet man die Zellen dicht mit ihrer Umgebung verbunden; meist sehen wir sie in einem »pericellularen« Raume nur durch ihre Fortsätze fixiert. Die Zelle füllt diesen Raum unvollständig aus. Oft erscheint sie nur als ein kleines, einem Kerne angelagertes Protoplasmahäufchen ohne scharfe Begrenzung. Es ist schwer zu entscheiden, wie viel von den pericellularen Räumen als Kunstproduct resp. Leichenerscheinung, wie viel als Lymphraum aufzufassen ist. Für die grossen multipolaren Zellen der Vorderkörner glaube ich als sicher angeben zu können, dass der pericellulare Raum durch Auftreten von Vacuolen im peripheren Theil der Zelle und Zusammenfliessen der so entstandenen Räume sich bilde; einiges Weitere darüber wird bei den Spinalganglien mitgetheilt werden. Aber in der Hirnrinde finden sich die bis auf den Kern leeren Zellräume auch an Präparaten, die denkbar gut conservirt sind; so zwar, dass man kaum je vollständige Zellen antrifft. Es ist mir gleichwohl wahrscheinlich, dass auch hier es sich um postmortale Veränderungen handelt; ich nehme an — und es dürfte dies für die Nervenzelle gewiss eine ansprechende Hypothese sein — dass das Protoplasma der centralen Ganglienzellen, namentlich der sensiblen Rindengebiete — eine ganz besonders empfindliche Constitution, einen eigenartigen vitalen Spannungszustand besitze, der mit dem Absterben ungemein rasch einer Veränderung — Retraction der festeren Theile der Zelle — unterliegt.

γ) **Nervenfasern.** Die Nervenfasern des centralen Nervensystemes treten in drei Formen auf: als Verästelungen der Nervenfortsätze, als netzähnlich gruppirte Fasern der grauen Substanz, als compacte Faserzüge der weissen Substanz. Die Ausläufer der Nervenzellen erscheinen fein granulirt, an dickeren Stellen (nahe dem Zellkörper) fein gestreift, wie aus Fibrillen aufgebaut. Ihre Substanz zeigt die Reactionen der Nervenzellen. Die Fasern sowohl der netzähnlichen Formation in der grauen, als der Bündelformation der weissen Substanz sind stets dicker als die feineren Zellausläufer; isolirt man sie durch Zerzupfen des frischen Praeparates, so erscheinen sie mit kleinen Anschwellungen, Knötchen, »Varicositäten« besetzt, als ob eine flüssige Materie in Tröpfchen anhafte. Bei geeigneter Behandlung lassen sie bestimmte Färbungen zu, die wir nie an den Fortsätzen der Nervenzelle erzielen können; Querschnitte der Fasern lassen erkennen, dass die Färbung nur eine Hülle derselben, die Markscheide betrifft. Für die netzartige Formation erweisen sich die Markscheiden der Fasern als so dünn, dass die gewöhnliche Schwärzung durch Osmiumsäure zu deren Nachweis nicht genügt. Die netzartige Formation ist am reichlichsten entwickelt in der centralen grauen Substanz des Rückenmarkes; hier lassen sich an Querschnitten des Rückenmarkes (Fig. 6) die Fasern auf grössere Strecken verfolgen; wirkliche Netze sind indessen nicht zu erkennen. Sehr schön sieht man diese feinen, einzeln oder in sich theilenden Bündeln verlaufenden Fasern in

der grauen Rinde des Grosshirnes und in der rostbraunen Schicht des Kleinhirnes (Fig. 445); vor allem auch in der zellenarmen Oberflächen-Schicht der Hirnrinde und in den entsprechenden Schichten des Ammonshornes und des Riechlappens gelingt deren Nachweis leicht. — Die compacten Faserzüge der weissen Substanz zeigen theils ähnliche dünne Fasern wie die Einzel-Fasern der grauen Substanzen, theils dickere markhaltige Fasern. Letztere unterscheiden sich indessen von den dickeren markhaltigen Fasern der Peripherie durch den Mangel der Schwann'schen Scheide. Ausser der weissen Substanz des Rückenmarkes zeigen dieselbe Beschaffenheit der Nervus opticus und die Nervenwurzeln in ihrem sich an das Rückenmark anschliessenden Theil. Die markhaltigen Fasern sind doppelbrechend; auf dem Querschnitte zeigen sie im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicol'schen Prismen eine eigenartige Kreuzfigur (vier dunkle und vier helle Sectoren). Untersuchung im polarisirten Lichte ist daher ein gutes Mittel, die Existenz oder normale Beschaffenheit markhaltiger Fasern festzustellen (Schiff).

Die chemische Beschaffenheit der markhaltigen Fasern im Centralorgan differirt wesentlich von jener der peripheren Nerven, wenn auch beide innerhalb gewisser Grenzen verwandt sind. Schnittpräparate zeigen bei geeigneter Färbung eine scharfe Grenze, beim N. Trigeminus da, wo der Stamm desselben unter die Dura mater tritt. Das Centralmark wird in seiner Gesammtheit von Hämatoxylin nach vorangegangener Behandlung mit Chromsäure intensiv blauschwarz gefärbt. (Weigert'sches Verfahren); das periphere Mark nimmt die gleiche Färbung nur in unregelmässiger, fleckiger Vertheilung an. Das Centralmark scheint selbst aus mehreren Substanzen aufgebaut zu sein. An Querschnitten grösserer Fasergruppen erscheint ein Theil der Axencylinder bei Säurefuchsinfärbung (Weigert) von einem rothen Hofe, andere nur von einem halbmondförmigen Gebiete rother (»erythrophiler«) Substanz umgeben; bei Methylenblaufärbung können andere Fasern blaue Umrandung (»cyanophile« Substanz) zeigen; Combination beider Tinctionen (Sahli) kann beides nebeneinander, theilweise Umscheidung einer Faser mit Säumen von beiden Farben, ergeben. Es ist nicht unmöglich, dass Fasern verschiedener Function hierbei unterschieden werden. Hämatoxylin färbt das gesammte Mark ohne Unterschied der Substanzen — Im Leben scheint ein Theil der Fasern sauer, ein anderer Theil alkalisch zu reagiren (Ehrlich), da Infusion von Alizarinnatrium in den Kreislauf des lebenden Thieres gelbfärbung eines Theiles der Fasern (Lieberkühn; Edinger), als Zeichen saurer, von Methylenblau dagegen Blaufärbung als Zeichen alkalischer Reaction zur Folge hat (Ehrlich). — Das einfachste Mittel, die markhaltigen Fasern des Centralorganes zu demonstriren, ist Behandlung mit verdünnter Kalilauge (v. Kölliker); sie zeigt überall in den gelatinösen Substanzen der zellarmen Schichten der Hirnrinde aufs beste die Existenz der Fasern. Ob Netzbildung, d. h. Anastomosen der Fasern innerhalb der grauen Substanz fehlen, ist schwer zu entscheiden; für einige Stellen — rostbraune Schicht der Kleinhirnrinde (s. u.) — ist ihr Vorkommen mir höchst wahrscheinlich.

c) **Bindegewebe; Blutgefässe;** Lymphräume der Nerven. Aechtes — mesodermales — Bindegewebe findet sich im centralen Nervensystem vor, so weit es entlang den Blutgefässen in dessen Substanz gelangt, soweit es also als Adventitialscheide dieser letzteren erscheint. Feinste Fasern desselben durchziehen frei gespannt die perivasculären und

subpialen Lymphräume, und verlieren sich in der angrenzenden Neuroglia. — Ueber den Bau der Blutgefässe ist hier nichts zu bemerken. Bezüglich ihrer Vertheilung ist von Wichtigkeit (Fig. 448), dass die Capillaren meist reichlicher sind in den zellhaltigen Theilen der grauen als in der weissen und in den zellarmen Gebieten der grauen Substanz, auch die Anordnung der Maschen des capillaren Netzwerkes verhält sich insofern verschieden, als in der weissen Substanz langgestreckte Maschen der Längenrichtung der Fasern folgen, während in der grauen Substanz gleichmässige Felder von den Capillaren umsponnen werden. Die Vertheilung der Capillaren in der grauen Substanz erfolgt so, dass eine schmale Substanzzone um die aus der Pia in das Gehirn gelangenden Stämmchen frei von Capillaren bleibt. Der Stoffaustausch nach dieser Zone erfolgt offenbar direct durch Diffusion aus den arteriellen Stämmchen selbst. — Die grösseren Stämme liegen in Lymphräumen, in der Art, dass sie die Gehirnsubstanz selbst nicht direct berühren (Fig. 11. A). Diese perivasculären Lymphräume hangen nach der einen Seite offen mit dem subpialen (epicerebralen) Lymphraum zusammen, einer Spalte zwischen Pia und Gehirnsubstanz, welche nur von den durchtretenden Gefässstämmchen und Bindegewebsfasern durchsetzt ist; nach der anderen Seiten vermitteln den kleineren Gefässchen folgende Spalten eine Communication mit interstitiellen Lymphspalten, bezw. den Lücken des Neuroglia-Netzes, soweit dieselben nicht mit Nerven-Fasern u. s. f. ausgefüllt sind. — Nach Kölliker folgen den Gefässen auch Nerven, welche entlang den Gefässstämmchen aus der Pia in die Gehirnsubstanz vordringen, vermuthlich als Eigennerven der Gefässe.

Anordnung der histologischen Bestandtheile in den einzelnen Abschnitten des centralen Nerven-Systemes.

Die bisher besprochenen mikroskopischen Bestandtheile finden sich in den einzelnen Abschnitten sehr verschiedenartig angeordnet. Wir besprechen hier nur die allgemeine Anordnung soweit histologische Unterschiede zu berühren sind; die specielle Vertheilung, der Faserverlauf und die Gruppirung der zellhaltigen Gebiete sind im einzelnen bei den Hausthieren noch nicht ausreichend verfolgt; auch bilden sie mehr den Gegenstand der speciellen mikroskopischen Anatomie als den der histologischen Betrachtung.

a) **Rückenmark.** Im Rückenmarke finden sich Ependym, centrales Grau und weisser Mantel in der in Fig. 437 schematisch dargestellten Weise gruppirt. Ueber das Ependym ist specielles nichts zu bemerken. α) In der **grauen Substanz** unterscheiden wir zellarmes Material in der unmittelbaren Umgebung des Centralkanales (Substantia gelatinosa centralis), sowie in einem am Querschnitte des Rückenmarkes als Hufeisen erscheinenden Saume des dorsalen Hornes der grauen Substanz. (Substantia gelatinosa lateralis, vgl. jedoch Anm. S. 720). Die centrale gelatinöse Substanz wird mit dem Ependym als „centraler Ependymfaden" bezeichnet. In sie

verlieren sich die Ausläufer der Ependymzellen; durch sie verlaufen feine dunkelrandige Nervenfasern, namentlich auf der ventralen Seite; eine scharfe Abgrenzung gegen die zellhaltige Substanz besteht nicht. Die seitliche gelatinöse Substanz ist schärfer umgrenzt; nach aussen ist sie scharf geschieden von der weissen Substanz; einwärts finden sich, bei dem Rinde am deutlichsten, soweit ich Erfahrungen habe, reichliche Längszüge von Nervenfasern, welche die Grenze gegen die zellhaltige Substanz bezeichnen. In dem vorderen Theile des Halsmarkes häufen sich Zellen in dem Grenz-Gebiete, (auch rückwärts sind einige derselben

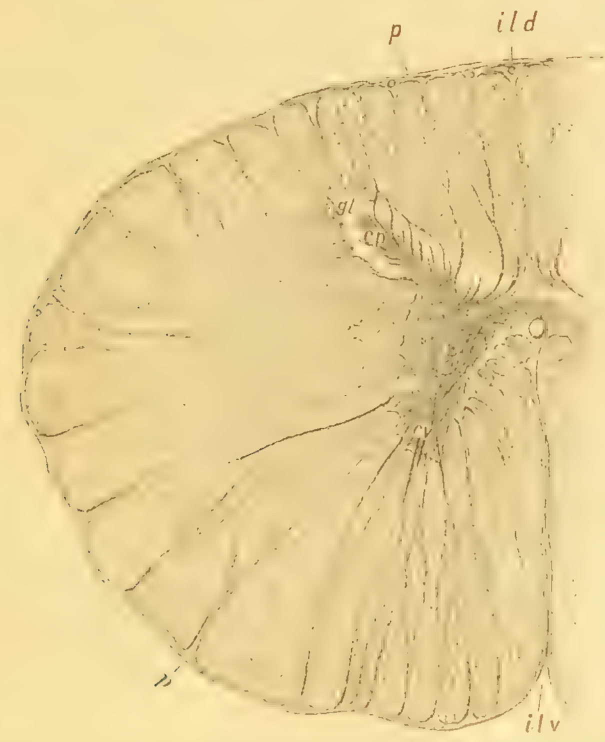


Fig. 441. Querschnitt des Rückenmarkes vom Rinde etwa aus der Mitte zwischen verlängertem Mark und vorderer Halsanschwellung. *c* Central-Canal. *cv* Ventrales (Vorder-)Horn der grauen Substanz, *cp* dorsales (Hinter-)Horn der grauen Substanz, *gl* Substantia gelatinosa lateralis, *ild* dorsale Incisur (Incisura longitudinalis dorsalis), *ilv* Ventraler Einschnitt. *p* Pia. Nach einem mit Hämatoxylin nach Weigerts Methode tingirten, in Canada-Balsam conservirten Präparat. Bei schwacher Vergrösserung (ca. $^{12}/_{1}$) gezeichnet.

vorhanden) und gegen die Medulla oblongata hin wird die Beschaffenheit der seitlichen gelatinösen Substanz eine solche, dass sie in gewisser Hinsicht der Hirnrinde gleicht (s. S. 729 u. Fig. 437—439). — Das zellenhaltige Gebiet der grauen Substanz ist ausgezeichnet durch grosse multipolare Ganglienzellen, die in mehreren Gruppen vereint liegen, in den Vorderhörnern, durch kleinere Nervenzellen in den Hinterhörnern, ausserdem durch eine grosse Zahl feiner Nervenfasern, welche die graue Substanz nach den verschiedensten Richtungen durchsetzen; stärkere markhaltige longitudinale Fasern finden sich besonders reichlich an der Basis

des Hinterhornes sowie an der ventralen Seite der Commissur zwischen den beiden symmetrischen Hälften des Rückenmarkstranges (weisse Commissur). — 5) Die **weisse Substanz** des Rückenmarkes besteht, von den austretenden Nervenwurzeln und von in die graue Substanz einbiegenden Zügen abgesehen, aus longitudinalen Fasern; dieselben sind von sehr verschiedener Stärke; das Mengenverhältniss zwischen starken und feinen Fasern ist nicht überall dasselbe; die Menge der sie umhüllenden Neuroglia zeigt örtliche Variationen. Auf Grund dieser beiden Schwankungen kann das Mikroskop in der weissen Substanz verschiedene Gebiete abgrenzen; die Entwickelungsgeschichte lehrt, dass diese Gebiete

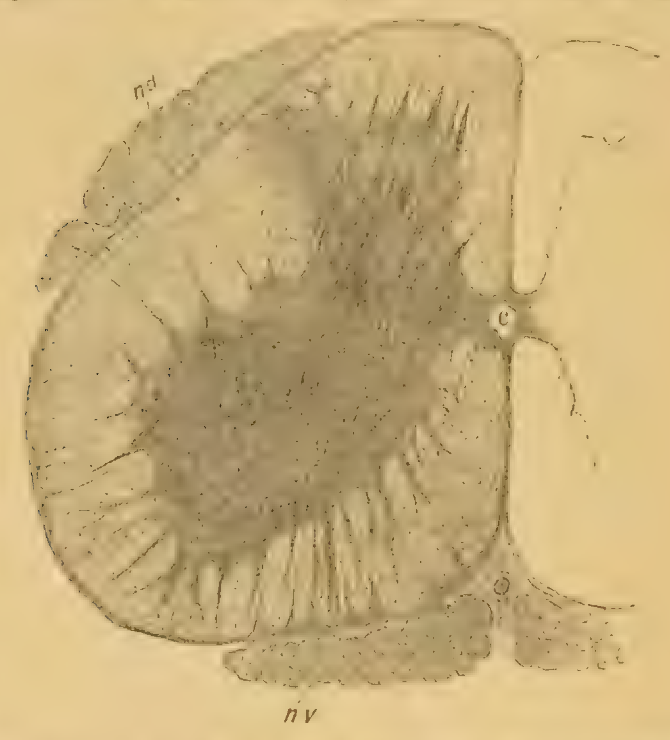


Fig. 442. Rückenmark der Katze aus der Gegend der Lendenanschwellung. Höhe des 23. Nerven. Zur Darstellung der Nervennetze der grauen Substanz. Bezeichnungen wie in Fig. 441. *nd* Dorsaler Nerv. *nv* Ventraler Nerv. *c* Centralcanal. Präparation wie in Fig. 441. Vergrösserung ca. 25 fach.

auch genetisch zu trennen sind, da sie zu verschiedenen Zeiten ausgebildet werden. Hervorgehoben sei hier, dass (soweit meine Erfahrungen reichen, die sich auf Hund, Katze und Rind beziehen) ein keilförmiges Areal entlang dem dorsalen Langseinschnitt durch Armuth an Neuroglia und daher Häufung unter sich nicht sehr verschiedener mittelgrosser und kleiner Fasern ausgezeichnet ist (Goll'scher Strang), dass ferner eine schmale, die seitliche Convexität begrenzende Zone sehr grosse Fasern in überwiegender Menge bei geringer Entwickelung der Neuroglia aufweist (Kleinhirn-Seitenstrangbahn Flechsig) dass endlich eine zwischen der letztgenannten Zone und der grauen Substanz eingeschlossene Fläche des Rückenmarksquerschnittes reichliche Neuroglia, und sein

verschiedene Kaliber der Fasern, darunter die dicksten und die feinsten die überhaupt vorkommen, aufweist (Pyramidenbahn).

Die örtlichen Verschiedenheiten weiter auszuführen, verbietet der zugewiesene Raum. Beigefügt sei hier noch Folgendes: Die zellarmen Gebiete sind sehr ungleich entwickelt; die centrale gelatinöse Substanz ist fast nicht vorhanden — es finden sich Nervenzellen fast bis zum Ependym — im Dorsalmark; die seitliche wird fast ganz von Zellen durchsetzt im Halsmark der Katze. — Die Nervenzellen häufen sich von Strecke zu Strecke im Vorderhorn jeweils im Gebiete der Nervenaustritte; hier ist ihre Anordnung in Gruppen auch deutlicher; in dem Zwischengebiet finde ich sie mehr diffus vertheilt. Grössere Nervenzellen finden sich noch im Seitentheile des Halsmarkes und in dem medialen Theil der Basis der Hinterhörner. — Die Abgrenzung der verschiedenen Gebiete in der weissen Substanz ist theilweise leichter auf dem Wege des Experimentes als auf anatomischem Wege möglich; es kann u. A. durch Zerstörung der Hirnrinde eine Hemisphäre im Gebiete des Gyrus sigmoideus (Umgebung der Kreuzfurche) Schwund der Pyramidenbahn beider Seiten eingeleitet werden. — Adamkiewicz hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein schmaler Mantel des Rückenmarkes durch sein Verhalten bei gewissen Färbungen sich auszeichne (chromoleptische Zone); er glaubt, dass dieser Abgrenzung, die von den meisten Autoren für Kunstproduct gehalten wird, eine physiologische Bedeutung zukomme; nach meinen Erfahrungen muss ich mich der Annahme, dass es sich um Kunstproduct handle, anschliessen, einmal, weil dieser Randzone in gleicher Breite der weissen und der grauen Substanz angehört, dann, weil sie auch an Präparaten, die frisch gefärbt sie nicht zeigen im Zusammenhange mit gewissen Veränderungen des als Einschlussmittel benutzten Canadabalsam nachträglich auftritt; doch scheint eine weitere Untersuchung geboten, da Adamkiewicz behauptet, dass bei gewissen Erkrankungen Veränderungen des Rückenmarkes sich gerade auf diese Zone beschränken.

b) **Gehirn.** 1. **Medulla oblongata.** Im verlängerten Marke (Schema Fig. 438) finden sich graue und weisse Substanz in viel complicirterer Gruppirung als im Rückenmark. Das centrale Grau ist gewissermassen zersprengt durch den complicirten Verlauf der Faserzüge; es sondert sich eine Anzahl von Nervenkernen, unter welchen die motorischen im allgemeinen durch grössere multipolare Zellen ausgezeichnet sind: Einzelheiten über die Beschaffenheit der Zellen zu geben, unterlasse ich, weil die Bearbeitung dieses Punktes noch zu weit vom Abschlusse entfernt ist. — Die centrale gelatinöse Substanz verschwindet hier bis auf die dünne Unterlagenschicht des Ependymes; die seitliche gelatinöse Substanz erscheint in Gestalt eines an Querschnitten hufeisenförmigen, zellenreichen Kernes, der aufsteigenden Trigeminus-Wurzel fortgesetzt. Die graue Substanz fehlt ebenso wie die weisse Substanz in dem Deckgebiete; auf der ventralen Seite unterscheiden wir nicht mehr einen zusammenhängenden Mantel weisser Substanz; die letztere bildet theils longitudinale Faserzüge, sei es in compakten Massen (Pyramiden) sei es in discreten Fasern und Bündeln, theils ein complicirtes Balkenwerk sich durchkreuzender und von den grauen Kernen durchsetzter Fasern, die sog. »Formatio reticularis«. Eigenartig ist eine schmale in der Mittelebene nach vorn auftretende scheidewandartige Anhäufung sich spitzwinklig kreuzender feiner Fasern, die als »Raphe« bezeichnet werden.

2. **Kleinhirn.** Wir unterscheiden im Kleinhirn eine graue Rinde, eine weisse Substanzschicht, welche in verzweigten Blättern die Grundlage

Fig. 443. Kleinhirn des Pferdes. Senkrecht zur Oberfläche geschnitten. Nach einem nach Weigerts Methode tingirten Präparat. Die weisse Substanz ist in Folge der Tinktion dunkel, die zellenarme Schicht der Oberfläche blass gefärbt. *g* granulirte (Körner-) Schicht. *gl* zellenarme (Glia-) Schicht. *Pj* Schicht der Purkinje'schen Zellen. *w* weisse Substanz.

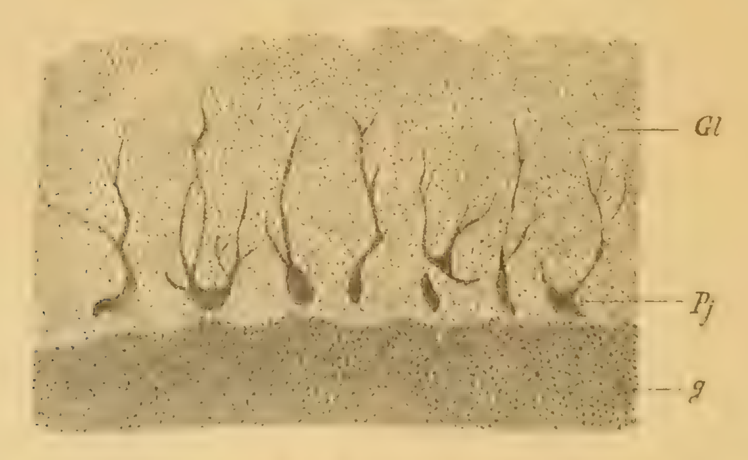


Fig. 444. Rinde des Kleinhirnes vom Pferd. Oberflächliche Schicht. Starke Vergrösserung. Bezeichnung und Präparation wie in Fig. 443.

der eigenartigen Blätteranordnung der grauen Substanz abgiebt (Arbor vitae) und centrale Kerne, welche, in der Nähe der Decke der Nach-

hirnhöhle (IV Ventrikel) gelegen, z. Thl. vielleicht als Reste des centralen Grau aufzufassen sind. Eine besondere Beschreibung verdient die graue Rinde. Sie besteht aus zwei Schichten. Die äussere derselben »graue Schicht und Schicht der Purkinje'schen Zellen« der gewöhnlichen Beschreibung besteht aus einer Grundlage von Neuroglia, in welche an der Grenze gegen die folgende Schicht eine einfache Reihe von Pyramidenzellen so eingefügt ist, dass die Basis der Pyramide central, die Spitze der Oberfläche zugekehrt steht. Die Ausläufer dieser Zellen wenden sich sämmtlich nach der freien Fläche hin. Zumeist findet sich nur ein, seltener zwei oder drei Fortsätze; im ersteren Falle theilt sich der Fortsatz in der Weise, dass die Zweige eine kurze Strecke in tangentialer Richtung ziehen und auf dem Wege radiäre Seitenzweige



Fig. 445. Kleinhirnrinde des Pferdes. Rostbraune (Körner-) Schicht. Bezeichnungen und Präparationen wie in Fig. 443. Zur Darstellung der Netze feiner Nervenfasern — dieselben sind als schwarze Linien gezeichnet — zwischen den Zellen der Körner-Schicht und in der Umgebung der Purkinje'schen Zellen.

gegen die freie Fläche senden, bis sie schliesslich selbst in diese Richtung umbiegen; sind im anderen Falle mehrere Fortsätze vorhanden, so divergiren diese, und verzweigen sich in spitzwinkliger Theilung. Vereinzelt finde ich noch kleinere multipolare Zellen zwischen den Purkinje'schen (Pferd). Im übrigen enthält diese Schicht der Kleinhirnrinde nur Neurogliazellen, und feinste dunkelrandige Fasern in geringer Menge. Nur in der nächsten Nähe den Purkinje'schen Zellen finden sich Fasern in grösserer Zahl, so, zwar dass sie die Körper dieser Zellen umspinnen, ohne Verbindungen mit ihnen einzugehen. — Die zweite, sogenannte »rostbraune oder Körnerschicht der Kleinhirnrinde« ist aus dichtgedrängten Zellen von gleichmässiger Grösse aufgebaut. Nur

ein kleiner Theil derselben gehört der Neuroglia an; die Hauptmasse derselben sind kleine Nervenzellen, von dunklerem oder blasserem Aussehen an gefärbten Praeparaten; sie werden mit Recht gewöhnlich als Kerne beschrieben, da das Protoplasma an ihnen in verschwindender Menge, oft kaum nachweisbar, vorhanden ist. Zwischen den Zellen besteht ein Maschenwerk sehr zarter Neuroglia, in welchem ein reicher Plexus feiner markhaltiger Nervenfasern sich ausbreitet; derselbe setzt sich nach der einen Seite in die Faserung der weissen Substanz, nach der anderen Seite in die Fasern, welche die Purkinje'schen Zellen umspinnen und sich in die Neuroglia der oberflächlichen Schicht verlieren, fort. Die Körper der Purkinje'schen Zellen sind in die oberste Reihe der Körner eingesenkt. Die Verbindung der oberflächlichen und der tiefen Schicht wird durch die Axencylinder Fortsätze der Purkinje'schen Zellen und Fasern des Plexus der rostbraunen Schicht, die in die oberflächliche Schicht zu verfolgen sind, vermittelt. — Die weisse Substanz des Kleinhirnes enthält keine eigenartigen Bestandtheile; die grauen Kerne sind theils reich an grossen (Nucleus dentatus), theils an kleineren multipolaren Zellen (Dachkern; Angabe von Frank).

Am meisten Unklarheit herrscht über die Körner der rostbraunen Schicht. Insbesondere wird von manchen Seiten ein Theil derselben als Lymphkörperchen aufgefasst, ohne positive Begründung. Bemerkenswerth ist, dass auch diese kleinsten Ganglienzellen, die am ehesten den inneren Körnern der Retina gleichen, an geeignet tingirten Präparaten Unterschiede der Färbung zeigen, welche auf ähnliche Verschiedenheiten wie an anderen Orten — s. u. Spinalganglien) — hinweisen. Sehr gross sind die Unterschiede nicht, entsprechend der geringen Menge des vorhandenen Protoplasma. Auch an den Purkinje'schen Zellen finden sich die mehr besprochenen Differenzen. Das Schicksal der Axencylinderfortsätze ist nicht ausreichend bekannt. Bemerkenswerth ist — und dies ist bestimmend für die hier vertretene Annahme zweier Schichten der Kleinhirnrinde — dass in grossen Gebieten die Purkinje'schen Zellen fehlen. (Pferd, Katze.)

3. **Mittel- und Zwischenhirn.** Die Höhlung des Mittelhirnes (Aquaeductus Sylvii) ist eng; ihre Wandung in ihrem ganzen Umfange von Ependym und umgebender zellarmer Neuroglia bekleidet. Der weitere Bau der Wandung ist sehr verschieden auf der ventralen und auf der dorsalen Seite. Auf der ventralen Seite sind zunächst zellenreiche Kerne grauer Substanz den in dieser Gegend entspringenden Nerven zugehörig, und ein compaktes Bündel von Längsfasern (hinteres Längsbündel) zu unterscheiden; weiter abwärts folgen der Hauptsache nach aus Fasern gebildete Hirntheile (Hirnstiel u. s. f.) in welche selbst wiederum Nervenzellen theils einzeln, theils in Gruppen (Substantia nigra, rother Kern und dergl.) eingestreut sind. Die feinen, sich spitzwinklig kreuzenden Fasern der „Raphe" (s. u. Medulla oblongata) lassen sich durch die ganze Länge des ventralen Theiles des Mittelhirnes verfolgen. — Auf der dorsalen Seite finden wir eigenthümlich geschichtete Substanz zu den Vierhügeln angeordnet. Im vorderen Vierhügel folgen von aussen nach innen eine zellenarme graue Schicht (oberflächliches Grau; die markhaltigen

Fasern bilden eine dünne Deckschicht, stratum zonale) dann eine Schicht von Nervenfasern, eine zweite, an Zellen reiche graue Schicht (mittleres Grau), wiederum Fasern, und endlich das centrale Röhrengrau. Im hinteren Vierhügel ist die Schichtung einfacher; einen grossen Theil seiner Masse bilden die sich in der Mittelebene kreuzenden Faserzüge »Schleife«. Einzelheiten lassen sich noch nicht auf Grund des vorhandenen Materiales in engen Rahmen zusammenfassen; neue histologische Elemente kommen nicht hinzu; dagegen wird es eine wichtige Aufgabe sein, mit deren Lösung ich noch beschäftigt bin, die Structurenverschiedenheit der einzelnen Kerne nach der chemischen Beschaffenheit ihrer Zellen zu erforschen. — Im Zwischenhirn findet sich eine Wandung der Höhle aus centralem Grau nur an deren Seitenfläche und am Boden (Tuber cinereum). Die Decke bildet das Marklager des Fornix, welchem (bei der Katze wenigstens) zellhaltige Stellen eingefügt sind. In der Seitenwand sind eine Anzahl von Kernen differenzirt, deren Besprechung im einzelnen für die Hausthiere gleichfalls noch weiterer Studien bedarf; das gilt auch von den angrenzenden grossen Ganglien, Linsenkern und Streifenhügel, für welche die Durcharbeitung, namentlich an den Gehirnen der grossen Hausthiere noch nicht abgeschlossen ist. Bezüglich des Bekannten sei auf Frank's Anatomie der Hausthiere verwiesen.

4. **Vorderhirn** (Grosshirn-Hemisphären). Wir unterscheiden darin eine graue Rinde und weisses Mark; letzteres umschliesst hier direct die Höhlung und bildet ausserdem eine Verbindungsmasse beider Hemisphären, den Balken. Eigenartige Formationen der Rinde sind: das Ammonshorn und das Septum pellucidum. Wahrscheinlich ist auch ein Theil des Linsenkernes genetisch zu der Grosshirnrinde zu rechnen.

Die **Grosshirnrinde** zeigt überall ein oberflächliches zellarmes Lager, in welchem nervöse Bestandtheile nur in Gestalt feinster dunkelrandiger Fasern existiren; letzere sind leicht zu demonstriren, theils als parallel der Oberfläche, theils als schräg absteigend in die Tiefe gewendete Fasern; das oberflächliche Lager bildet etwa $^1/_{10}$ der Dicke der Hirnrinde; bei verschiedenen Thieren ist jedoch das Verhältniss beider Schichten ein verschiedenes. — Die tiefe Schicht ist reich an Nervenzellen und Fasern. Die Zellen sind im allgemeinen so angeordnet, dass einmal Pyramidenzellen, welche von oben nach unten an Grösse zunehmen. vorhanden sind dass zweitens runde und ovale Nervenzellen namentlich in der Tiefe zwischen den anderen auftreten. Durch stärkere Anhäufung der einen oder anderen Zellenform, durch Einschaltung zellarmer Schichten mit tangentialen Nervenfasern zwischen die zellhaltigen Substanzen, wodurch secundäre Schichten auftreten können, unterscheiden sich verschiedene Territorien der Hirnrinde. Die Abgrenzung der Hirnrinde gegen das Mark ist eine andere auf der Höhe der Windungen als an den Seitenwänden und unter dem Grunde der Furchen. An der ersteren Stelle strahlen dicke Faserbüschel in die

Rinde ein; dementsprechend ist die Grenze verwischt; zwischen die radiären Faserzüge sind die Zellen so eingestreut, dass sie überwiegend der Höhe nach gestellte Reihen in Säulen-Gruppirung aufweisen. Unter dem Grunde der Furchen bilden bogenförmige Fasern Guirlanden, welche aus einer Windung in die nächstbenachbarte umbiegen, eine scharfe Grenze der weissen gegen die graue Substanz. Indem hier und an der Seitenwand der Sulci nur vereinzelte abzweigende kleine Faserbüschel oder Fasern in der Rinde eintreten, wird die eigentliche Schichtung der Hirnrinde, in welcher hier die verticalen Fasern zurücktreten, besser sichtbar. —

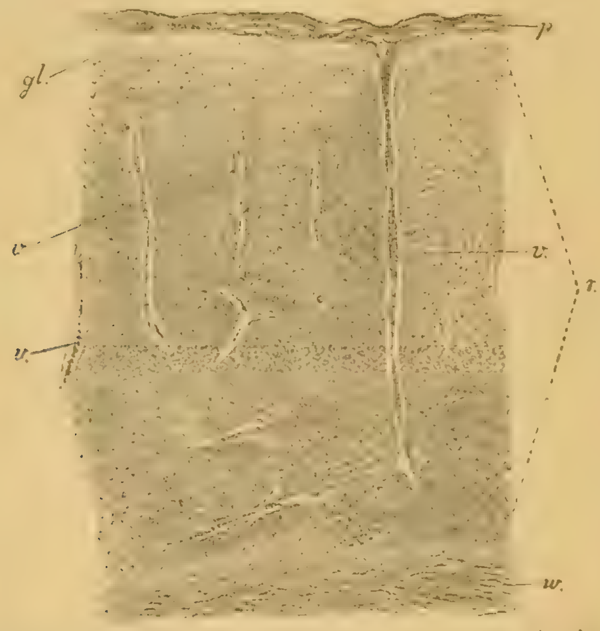


Fig. 446. Grosshirnrinde des Hundes. Schnitt senkrecht zur Oberfläche geführt nach einem Karminpräparat. ca. 20fache Vergrösserung. *p* Pia. *r* Rinde. *gl* Glia-Schicht an der Oberfläche. *v* Blutgefässe in perivasculären Lymphräumen eingescheidet. *w* weisse Substanz.

Es lassen sich mehrere Rindengebiete abgrenzen, die wahrscheinlich sich gleichzeitig auch in ihrer Function unterscheiden. Die Abgrenzung dieser Gebiete ist oft eine sehr scharfe; sie folgt nicht den von den Furchen gezogenen Grenzen. Am besten charakterisirt sind die Rinde des Gyrus sigmoideus (Fig. 11 A), einer Region, welche eine besondere Bedeutung für die motorischen Vorgänge hat und die Rinde des Occipitallappens, die Gegend also, in welcher nach Munck die Nerven des Auges ihre centrale Endigung finden (Fig. 11 B). In der ersteren Region finden wir von der oberflächlichen Schicht nach abwärts an Grösse zunehmende Pyramiden, darunter auch solche, die durch ihre Grösse ausgezeichnet sind (Riesenpyramiden) in kleineren Gruppen, sodann in der Tiefe auch runde und querovale Zellen; in der anderen Region treffen wir eine deutliche Schichtung, indem drei an Zellen

reiche Lager durch zellarme Zonen geschieden werden; die beiden oberen Zellschichten enthalten vorwiegend Pyramiden, die unterste Rundzellen.

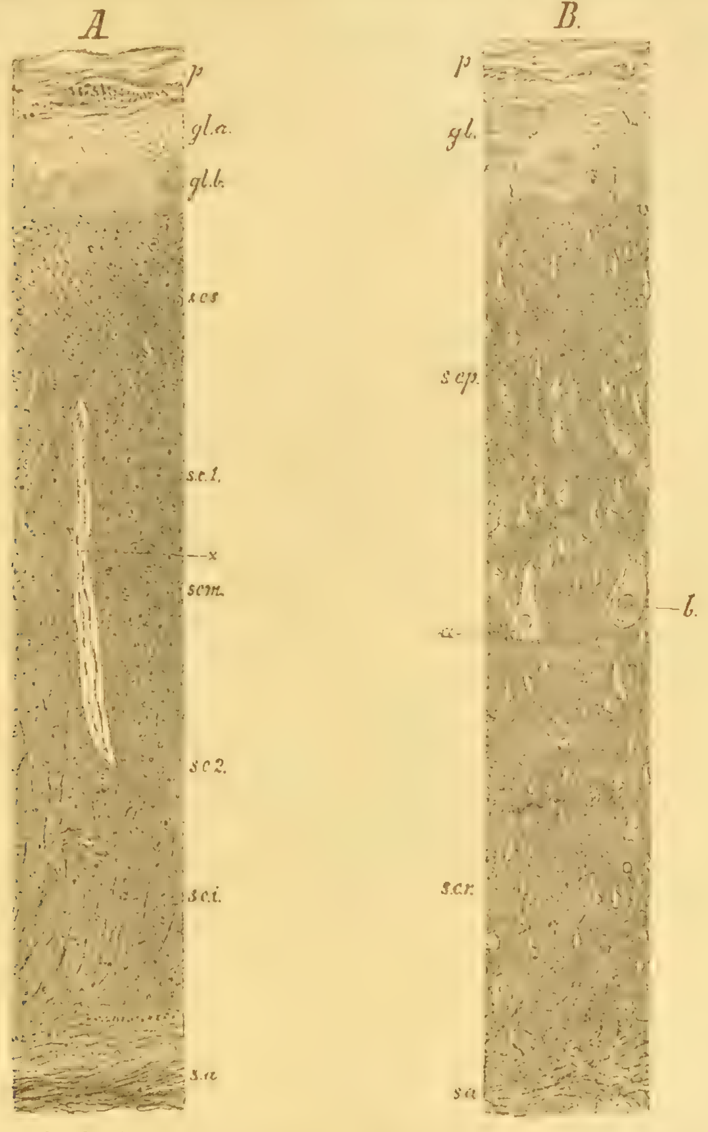


Fig. 447 A. Aus der Gehirnrinde des Hinterhauptlappens vom Hunde. Senkrecht zur Oberfläche geführter Schnitt aus einem nach Weigerts Methode tingirten Präparate. Bei mittlerer Vergrösserung gezeichnet, dann zum Zweck der Reproduction verkleinert. *gl.a* lockerer oberflächlicher Theil der zellenarmen (Glia-) Schicht. *gl.b* tiefer dichter Theil derselben. *p* Pia. Die körnigen Räume in derselben entsprechen bluterfüllten Gefässen. *sa* weisse Substanz. *sci* untere, *scm* mittlere, *scs* obere zellenhaltige Schicht. *si* 1 und *si* 2 intermediäre zellenarme Schichten. Blutgefäss mit einem perivasculären Lymphraum.

Fig. 447 B. Aus der Gehirnrinde des Gyrus sigmoidens (Umgebung der Kreuzfurche des Hundes). Schnittführung u. s. w. wie in Fig. 447 A. *gl* Glia-Schicht. *p* Pia. *sa* Substantia alba. *scp* Stratum cellularum pyramidalium. *scr* stratum cellularum rotundarum. *a* blasse, *b* dunkele Riesenpyramide.

Ebenso zeigen aber auch andere Regionen, so der Schläfenlappen und die Umgebung des Sulcus suprasylvius eigenartige Structuren.

Bemerkenswerth ist, dass eine gewisse Übereinstimmung des Aufbaues für die physiologisch gleichwerthigen Rindengebiete verschiedener Thiere besteht (Mensch, Affe, Hund, Katze; für die grossen Hausthiere ist die Untersuchung noch nicht ausgeführt). — Besondere Modifikationen zeigt die graue Rinde im Pes hippocampi major (Ammonshorn). Hier ist dieselbe von unten her in querer Richtung um eine sagittale Axe doppelt eingeschlagen, so dass ein Querschnitt dieser Region die Rinde als S Figur zeigt, so zwar, dass das eine Ende der Biegung frei abschliesst, das andere in den Rindenüberzug des Lobus pyriformis

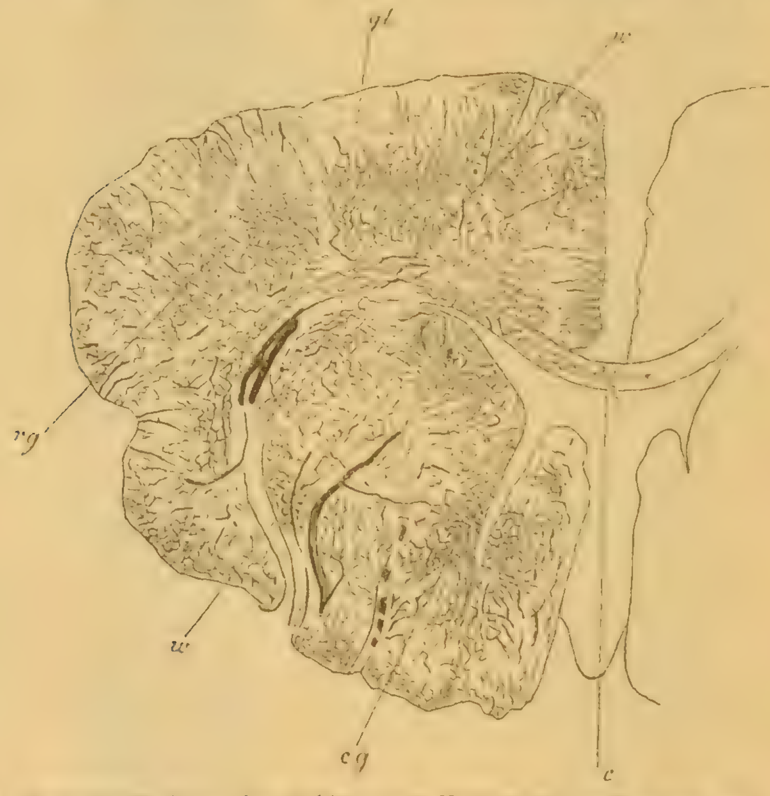


Fig. 448. Querschnitt durch das Gehirn eines Kaninchen; nach einem mit Carmin-Leim injicirten, in Alkohol gehärteten Präparate, das in Terpentinöl durchsichtig gemacht und in Balsam conservirt ist. Zur Darstellung der dichten Gefässe in den zellenreichen Schichten der grauen, der lockeren Maschen in den zellenarmen Schichten der grauen, sowie in der weissen Substanz. Schwache ca. 12malige Vergrösserung. *c* Corp. callosum. *cg* centrales Grau (Thalamus u. s. f. (gefässreich). *gl* [illegible] der Rinde (gefässarm). *rg* Rindengrau (gefässreich). *w* weisse Substanz

(Gyrus hippocampi) übergeht. Verfolgt man von letzterem aus das Grau, so sieht man zunächst auf dem lobus pyriformis die oberflächliche Rindenschicht relativ dick und reich an dunkelrandigen Fasern; die tiefe Schicht ist in zwei Zelllagen, eine obere rundzellige, eine untere, die kleine Pyramiden enthält, differenzirt; gegen den umgekrempten Theil, das Ammonshorn selbst nimmt die Menge der Pyramiden zu; sie rücken zusammen und bilden ein dichtgedrängtes Lager von radiär streifigem Aussehen, das sich allmälig, etwa in der Mitte des S am

Querschnitte wieder auflöst, während die Masse der oberflächlichen Schicht mehr und mehr zunimmt; gleichzeitig tritt neu zwischen jenem Lager und der Oberfläche ein zweites ähnliches Lager von dichtgedrängten kleinen Pyramiden und kugelförmigen Nervenzellen auf; letzteres ist bis in das freie Ende dieser Rinde (Fascia dentata Tarini) zu verfolgen. Indem durch die Umkrempung der Fascia dentata beide Zellschichten sich über einander schieben, hat es das Aussehen, als ob hier mehrere Zelllagen ein und desselben Rindenlagers, durch Neuroglia getrennt, sich präsentirten; in Wirklichkeit liegt die Sache so, dass in der Mitte des Querschnittes der tiefe Theil der Rinde, am Ende desselben, (da wo die Fimbria einstrahlt) der oberflächliche Theil Zellen enthält.*) Das Septum pellucidum ist aufzufassen als unvollkommen ausgebildete Rindenformation des unter dem Balken gelegenen Theiles der Vorderhirnblase, es bestehen darin Rinden-, Mark- und Ependymschicht. Die Rinde ist theilweise verdickt zu einem Kern (Nucleus septi pellucidi; nach Frank, eigene Untersuchungen habe ich nicht angestellt). — Die Blutgefässe des Grosshirnes dringen, von perivasculären Räumen umgeben (Fig. 447 A), von der Oberfläche her in dasselbe ein. Fig. 448 illustrirt die ungleiche Vertheilung und zugleich die typische Verschiedenheit der Blutfülle in zellhaltigen und zellarmen Gebieten, mögen letztere nun ausschliesslich bezw. überwiegend aus Fasern (weisse Substanz) oder aus Neuroglia (Oberfläche) bestehen.

Eine genauere Darstellung der örtlichen Structurverschiedenheiten der Hirnrinde bei Hund und Katze bringt eine Special-Untersuchung aus dem Laboratorium der Berner Thierarzneischule von Frau von Kowalenskaja. — Beiträge zur vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Hirnrinde des Menschen und einiger Säugethiere. Bern 1886. Inaugural-Dissertation. — Die vorstehende Schilderung folgt nicht dem üblichen Schema Meynert's; ich halte es nicht für statthaft, eine typische Schichtung der Hirnrinde über das hier vorgetragene hinaus anzunehmen, weil sich beispielsweise die Schichtung der Occipital-Region absolut nicht in das Meynert'sche Schema einfügen lässt. — Bemerkenswerth ist, dass die differenten Structuren — an manchen Stellen wenigstens — mit plötzlichem Wechsel, nicht allmählichem Uebergang aufeinanderfolgen; es ist nicht ausgeschlossen, im Gegentheil höchst wahrscheinlich, dass es später gelingen wird, auf mikroskopischem Wege Rindenfelder abzugrenzen.

5. **Lobus olfactorius.** (s. S. 549.) Es ist üblich, den Riechlappen als Theil der Hirnrinde bezw. als eigenartige Modification derselben zu schildern; ich halte dies für falsch. Der Riechlappen ist ein besonderer Hirntheil, zum Zwischenhirn nach seiner Entwickelung in ähnlicher Beziehung, wie das Grosshirn, die Retina und die Zirbel; er ist eine selbstständige Ausstülpung der Vorderhirnblase gleich diesen, während die bisher beschriebenen verschiedenen Theile der Hirnrinde als ungleiche Differenzirungen ein und derselben Grundlage, der Wand des secundären Vorderhirnes, erscheinen. Die Structur des Riechlappens ist wenig bekannt. Bei dem Pferde zeigt ein Schnitt durch die Wand desselben die Hohlung mit einem niederen Ependym ausgekleidet, auf welche eine relativ starke (etwa insgesammt die 10fache Höhe der Zellen einnehmende) Neurogliaschicht folgt. Da wo diese an das Ependym grenzt — man sollte besser sagen,

*) Die obige Beschreibung bezieht sich nur auf das Pferd.

aus dem Ependym hervorgeht, da wohl nirgends die Abgrenzung weniger deutlich ist, als hier — ist sie sehr locker, und enthält zahlreiche kleine Zellen, die theils durch ihre Ausläufer sich als Neurogliazellen charakterisiren, theils fortsatzlos sind, so dass — da Nervenfasern absolut fehlen — ich sie für Lymphzellen halten muss; nach aussen wird das Neuroglianetz dichter und zellenarm. Stellenweise, anscheinend ohne bestimmte örtliche Beziehung habe ich massenhaft ähnliche Pigmentdrusen wie in der Zirbel (s. u.) eingestreut gefunden. — Es folgt weiter ein Marklager, dessen stärkere Fasern, da wo sie an die Rindenformation des Riechlappens grenzen, also unten vorn, wesentlich longitudinalen Verlauf zeigen. Die Rinde selbst ist dicker als die bisher genannten Lagen insgesammt. Sie lässt zwei Schichten erkennen: Die an das Mark grenzende zeigt auf dem Verticalabschnitt bei schwacher Vergrösserung eine eigenthümliche streifige Beschaffenheit; in die aus Neuroglia mit einem reichen Netze feiner markhaltiger Nerven bestehende Grundlage sind aus je zwei bis drei Reihen kleiner Rundzellen bestehende platte Nester von Nervenzellen eingelagert. Vereinzelt fanden sich ausserdem mittelgrosse Zellen in selbstständigen Höhlen. Als Grenze gegen die äussere Schicht findet sich ein zusammenhängendes Lager solcher Rundzellen, zwischen welche auch grössere multipolare Zellen eingetrennt sind. Die äussere Schicht selbst besteht aus Neuroglia mit einer Unmasse feinster Nervenfasern und ganz vereinzelt eingestreuten kleinen Nervenzellen ohne feste Anordnung; gegen das oberflächliche Nervenlager hin finden sich einzelne grössere Nervenzellen, theils gewöhnliche multipolare, theils sehr schlanke Pyramidenzellen mit grade auswärts gekehrtem Spitzenfortsatz. Aus dieser Schicht entwickelt sich nun in noch nicht genügend untersuchter Weise das äussere Marklager des Riechlappens, bestehend aus Bündeln von markhaltigen Fasern, die zuerst als runde parallele Bündel noch zwischen der Neuroglia der ganzen Formation erscheinen, dann sich häufen und avanciren, bis zur peripheren Ausstrahlung. Zwischen ihnen findet sich Bindegewebe, starke Gefässe und Drusen eines Materiales, das genau dem Hirnsande in der Zirbel des Menschen gleicht. Concentrisch geschichtete Kugeln sind zu grösseren Ballen verschmolzen, die, von ihrem Kalkgehalte abgesehen (vielleicht kommt dies nur bei alten Pferden vor) den colloiden Massen anderer Organe gleichen. — Die vorstehende Beschreibung bezieht sich nur auf das Pferd; andere Hausthiere habe ich nicht untersucht; ich hebe das Vorkommen des Hirnsandes an dieser Stelle hervor, weil ich denselben in der Zirbel des Pferdes ganz vermisst habe (vgl. u. S. 750).

6. **Nervus opticus und Retina.** (S. 605 u. 608.) Beide sind hier nur der Vollständigkeit halber zu erwähnen, weil auch sie als ein Theil des Medullarrohres entstehen. Im Nervus opticus ist die Hohlung verschwunden, die ursprüngliche Wand derselben in die Stützsubstanz aufgegangen; die Fasern desselben sind nachträglich in ihn eingewachsen; sie zeigen dauernd den Charakter von centralen Nervenfasern durch das Fehlen der Schwann'schen Scheide und das chemische Verhalten ihres Markes. — In der Retina ist die dem Ependym entsprechende Zellenlage theils als Pigmentschicht, theils als äussere Körnerschicht mit ihren Cuticular-Bildungen (Stäbchen und Zapfen) erhalten; über die „Gehirnschichten“ der Netzhaut muss auf die Histologie des Auges verwiesen werden.

Hüllen des centralen Nerven-Systemes.

Zwei, durch einen Lymphspalt getrennte Schichten mesodermalen Bindegewebes umhüllen das Medullarrohr. a) Die **äussere, derbe Hülle** ist in der Schädelhöhle so fest mit dem Periost der Schädelknochen verbunden, dass wir eine Trennung nicht ausführen können. Die „dura mater“ ist zu

gleich Periost; als solche producirt sie an einigen Stellen Knochen-Substanz, an anderen hat sie resorbirende Function, indem während des Wachsthumes des Gehirnes die Schädelhöhle sich auf Kosten der Innenfläche der Schädelknochen erweitert, während die Verdickung des Craniums durch Knochenneubildung dem äusseren Perioste überlassen bleibt. — Im Rückenmarkskanale bildet die Dura Mater einen frei herabhängenden Sack, der nur durch die Scheiden, welche er den Nerven mitgiebt, einen festeren Zusammenhang mit der Umgebung, speciell mit der Periostauskleidung der Intervertebrallöcher erhält. Derbes fibröses Gewebe, durchzogen von elastischen Fasern, mit gewöhnlichen Bindegewebs- und Plasmazellen, in der äusseren Schicht der Dura mater cerebri, welche als Periost functionirt blutgefässreich, bildet die Grundlage der Dura; Nerven folgen den Gefässen in geringer Zahl. Die gegen den subduralen Lymphraum gekehrte Innenfläche ist mit Endothel bekleidet.

b) **Die innere, blutgefässreiche Hülle** zerfällt wiederum in zwei Lagen, die, am Gehirne besonders auf den Kuppen der Windungen, durch zahlreiche Bindegewebsbälkchen zusammenhängen, am Rückenmark aber fast vollkommen getrennt erscheinen. α) Die äussere (Arachnoidea) besteht aus einer äusseren, den subduralen Lymphraum auswärts abschliessenden Endothelschicht, einer gefässarmen sehr zarten bindegewebigen Grundlage und einer inneren Endothelschicht. (Eigene Untersuchungen habe ich nicht angestellt.) — β) Die innere Schicht „Pia mater" ist gefässreich; sie besteht aus sehr zarten Bindegewebsbündeln; zwischen den grösseren Gefässen zeigen diese eine eigenartige Anordnung zu sternförmigen Figuren, deren Centrum jeweils ein in die Gehirnsubstanz sich einsenkendes feines Gefäss zu bilden scheint; man sieht das Bild am besten an frischen Präparaten der flach ausgebreiteten Membran bei Betrachtung von der Gehirnfläche. In den Plexus und Telae chorioideae erkennen wir vom Ependym bekleidete Falten der Pia; strukturlose Bindesubstanz bildet die Ausfüllung zwischen den Falten, soweit das Ependym nicht vordringt. Gegen das Gehirn ist die Pia durch einen Lymphraum „epicerebraler Lymphraum", der von den zur Gehirnsubstanz ziehenden Gefässen und stiftartigen Bindegewebsfäserchen durchsetzt wird, abgegrenzt. Das Bindegewebe scheint elastische Fasern nicht oder nur sehr spärlich zu enthalten (Hund, Kaninchen, Schaf); dagegen ist es an manchen Stellen reich an verästelten Pigmentzellen, welche jenen der Chorioidea des Auges gleichen; besonders schön finde ich solche bei dem Schwein und dem Schaf, weniger bei Hund und Katze. Zuweilen erkennt schon das blosse Auge die Pigmentflecken. Bezüglich der Nerven der Pia sei bemerkt, dass im allgemeinen sie den Gefässen folgen, und mit diesen in die Gehirnsubstanz eindringen. Entlang dem Stiele der Hypophyse ist die Pia von Epithelschläuchen, welche dem Umschlagstheil der Hypophyse zuzurechnen sind und bis an das Chiasma reichen, durchsetzt. (S. u. S. 746.)

Anhangsgebilde des centralen Nerven-Systemes.

1. Hypophysis cerebri*).

Anatomische Uebersicht. Die Hypophyse ist ein der Basis des Zwischenhirnes, dem Tuber cinereum, angehefteter Körper, welcher theils aus einem mit der Gehirnsubstanz zusammenhängenden, aus solcher gebildeten Zapfen von blassgrauer Färbung, theils aus einem blutreichen, den Zapfen umhüllenden Mantel, einem bräunlich rothen, auf dem Schnitt fein körnigen Gewebe besteht. Die bräunliche Färbung ist auf dem Tuber cinereum noch bis in die Nähe des Chiasma zu verfolgen. Der Mantel löst sich beim Hund und Schwein leicht von dem Zapfen ab; es zeigt sich dann, das dies durch die Existenz einer Spalte, die bei dem Pferde nur angedeutet ist, bedingt ist; genauere Untersuchung

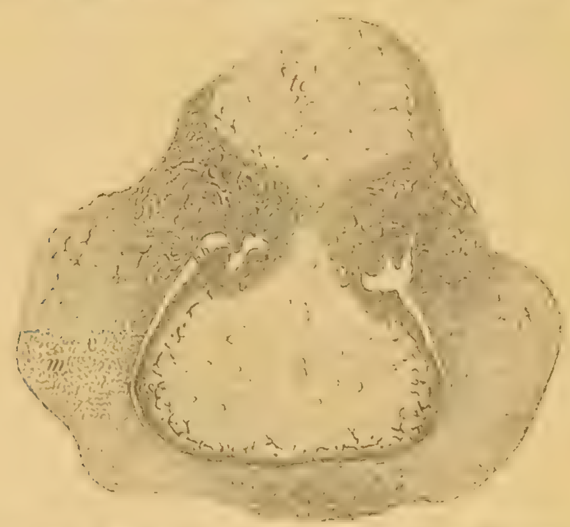


Fig. 440. Horizontaler Durchschnitt der Hypophyse des Hundes. *es* Epithelsaum. *hh* Hypophysenhöhle. *M* Mantel der Hypophyse. *tc* Hirnsubstanz (Tuber cinereum bezw. Stiel). *α* Umschlag des Mantels in den Epithelsaum. Schwache Vergrösserung. (Hartnack Syst. I, Oc. II.) Nach einem in Müller'scher Flüssigkeit, dann Alkohol gehärteten, nach dem Schneiden in Hämatoxylin mit nachfolgender Eisenbehandlung (Weigert's Methode) gefärbten Präparate.

zeigt ferner, dass die Substanz des Hirnzapfens nach der Trennung nicht nackt vorliegt, sondern dass ein Rest des Mantels (Epithelsaum) dem Stiele anhaftet. Die Pia schiebt sich zwischen Mantel und Hirnstiel der Hypophyse ein. Bemerkenswerth ist das feste Anhaften der Hypophyse am Schädelboden, besonders des Schweines.

Die beste Auskunft über die Vertheilung der verschiedenen Substanzen in der Hypophyse gewinnt man an horizontalen Durchschnitten derselben. Fig. 440 zeigt einen solchen von der Hypophyse des Hundes.

*) Anm. Die folgende Darstellung fusst auf Special-Untersuchungen, welche im Anschlusse an meine Beobachtungen Dr. med. Lothringer unter meiner Leitung veröffentlicht hat. (Untersuchungen an der Hypophyse einiger Säugethiere und des Menschen. Archiv für mikroskopische Anatomie. XXVII. Bd., S. 257 ff.)

Man sieht hier den Hirntheil in den als Doppelbecher erscheinenden Epitheltheil von oben eingesenkt, umgeben von einer Epithelschicht, »Epithelsaum«, welcher durch die lückenreichen Gewebe, den »Umschlagstheil«, mit dem Körper des Organes »Epithelmantel« zusammenhängt; zwischen Saum und Mantel erscheint als Spalt die Hypophysenhöhle.

Entwicklungsgeschichtliche Einleitung. Die beiden Theile der Hypophyse sind nach ihrer Abkunft wesentlich verschieden. Der Hirntheil bildet sich aus dem Medullarrohre als hohler Auswuchs des Zwischenhirnes, der Epitheltheil als gleichfalls hohle Ausbuchtung der Mundbucht. Später schnürt sich dieselbe von ihrer epithelialen Grundlage ab, es wird der ursprüngliche Zusammenhang durch das Vordringen des Schädelbodens gelöst; anfangs deutet noch ein verbindender Fortsatz, vom Epithel der Mundhöhlendecke ausgehend, die Herkunft des Epitheltheiles an; später sind es Gefässe, welche den Schädel durchdringen, welche die alte Beziehung der Hypophyse zu dem Dache des Pharynx-Raumes andeuten. Durch einen Wucherungsvorgang des Epitheles der Hypophysen-Anlage gestaltet sich die ursprüngliche Tasche bezw. Blase zu dem Epithellappen des Organes. Die Wandung des Hirntheiles bildet sich später zu einem wesentlich der Stützsubstanz des Gehirnes angehörigen Gewebe aus; die Höhlung kann stellenweise obliteriren, so dass wir an deren Stelle mehrere kleine Höhlen finden. Der Epitheltheil verhält sich verschieden auf der an den Hirntheilen angrenzenden und auf der dem Pharynx zugekehrten Seite der Blase. Letztere treibt schlauchförmige Auswüchse, deren Masse einen den anderen Theil bedeutend überragenden Körper darstellt; zwischen beiden Theilen bleibt bei Hund, Katze, Schwein ein Spalt, die Hypophysenhöhle genannt, beim Pferd und beim Rind schliesst sich derselbe bis auf Spuren. Da wo das »Pharyngeale« Blatt der Blase in das »Cerebrale« umliegt, treibt das Epithel Sprossen entlang dem Tuber cinereum, welche bis gegen das Chiasma reichen.

Nach dieser Darstellung ist somit der Epithel- wie der Hirnlappen der Hypophyse ectodermalen Ursprunges. Der eigentliche Bildungsgang der Hypophysenblase ähnelt sehr den Entwicklungsvorgängen an der Linse und an der Retina des Auges. Eine Blase gestalten sich zum Organ durch ungleichartige Umwandlungen der beiden Hälften ihres Umfanges, Pigmentschicht — Retina, Linsenepithel — faserige Linsensubstanz, bei der Linse, Epithelsaum — Epithelkörper bei der Hypophyse.

Histologisches. a) **Hirntheil.** Derselbe besteht aus einem Gewebe, welches in eigenthümlicher Weise eine Mischung von Neurogliagewebe und ächtem Bindegewebe darstellt. Das Tuber cinereum verjüngt sich nach abwärts in Gestalt zellarmen Neurogliagewebes, dessen Grundlage senkrecht zur Oberfläche gestellte Fasern bilden. Nach abwärts verliert sich diese Neurogliaschicht und wird durch ein eigenthümliches Bindegewebe ersetzt; letzteres besteht der Hauptsache nach aus sich spitzwinklig durchkreuzenden Faserzügen, welche von schmalen bindegewebigen Balken, die senkrecht zur Oberfläche stehen, durchzogen sind. Die Faserzüge erscheinen aus spindelförmigen Zellen mit langgestreckten Kernen zusammengesetzt. In den Lücken zwischen diesen Faserzügen zeigt sich ein lockeres Gewebe, bestehend aus sternförmig verästelten, durch Ausläufer verbundenen Zellen. Die Faserzüge gehören wahrscheinlich in die Formation des mesodermalen Bindegewebes, die anderen Bestandtheile gleichen dem Gliagewebe auf's evidenteste. Es scheint, dass hier ächtes Bindegewebe in ausgedehnterer

Weise als anderwärts die Glia durchwachsen hat. In diesem Gewebe befinden sich reichliche dünnwandige Gefässe, ohne deutliche perivasculäre Lymphräume. Capillarschlingen biegen sich darin bis an den Epithelsaum vor, ohne in ihn einzudringen.

b) **Epitheltheil.** Der Mantel des Epithellappens baut sich aus Drüsenschläuchen, oder besser aus Zellketten auf, welche durch dünne Septa gefässhaltigen Bindegewebes geschieden sind. Die Zellen der Drüsenschläuche sind cubisch oder cylindrisch gestaltet; sie zeigen ungleiche Grösse, Granulirung und chemisches Verhalten. Wir unterscheiden die grösseren als »chromophile«, d. h. sich leicht mit gewissen Farben tränkende, von den kleineren »chromophoben« Zellen. Die ersteren messen beim Pferd im Mittel 0,016 : 0,011 *mm*, (Hund 0,019 : 0,011, Katze 0,019 : 0,008, Schwein 0,018 : 0,006), die anderen 0,013 : 0,005 *mm* (Hund 0.010 : 0,005, Katze 0,014 : 0,006, Schwein 0,011 : 0,003 *mm*). Die chromophilen erscheinen grobkörnig, dunkel, manchmal leicht gelblich im frischen Präparat; ihnen ist wahrscheinlich die braune Färbung des Organes zuzuschreiben. Sie reduciren Osmiumsäure kräftig, färben sich

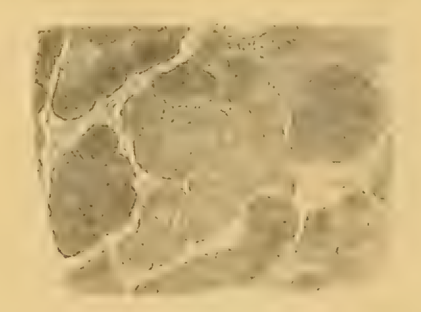


Fig. 450. Aus der Hypophyse des Pferdes. Zellen der Schläuche des Epithelmantels. Behandlung wie in Fig. 449. 300 fache Vergrösserung.

specifisch durch Indigo, Eosin, Hämatoxylin. An ungefärbten Schnitten oder an solchen, an welchen nur die Zellkerne tingirt sind, zeigen sie eine homogene, mattglänzende Beschaffenheit. Die Vertheilung der grossen Zellen ist keine gleichmässige; sie finden sich zahlreicher in der Peripherie als im Centrum, in den Seitentheilen als in der Axe. In den Schläuchen selbst ist ihre Vertheilung gleichfalls eine ungleichmässige, zuweilen sind die grossen Zellen zwischen die kleinen eingestreut, fast wie die Belegzellen zwischen die Hauptzellen des Magens; an anderen Stellen häufen sich die chromophilen Zellen und erscheinen als »Lunula«, wiederum anderwärts finden wir, namentlich beim Hunde, grössere Strecken der Schläuche ausschliesslich aus den grösseren Zellen gebildet. Die Gefässe sind theilweise nur durch eine dünne Endothellage von den Epithelien geschieden; letztere erscheinen manchmal fast als Epithelbelag auf der Gefässwand. Eine Lichtung der Zellschläuche wird nur in der Gegend des Umschlagtheiles leicht sichtbar. — Am Umschlagtheile selbst finden sich Schläuche mit weiter Lichtung, deren Umgren-

zung kleine Zellen vom Charakter der chromophilen Zellen bilden. Sie münden in verästelte, mit der Hypophysenhöhle communicirende Spalten, mit deutlicher Cylinder-Epithel-Umkleidung. Der Epithelsaum ist bei dem Hunde und der Katze ein mehrschichtiges Zellenlager, von vereinzelten Cysten durchsetzt; bei dem Pferde lassen sich auch in ihm senkrecht zur Grenzlinie des Mantels vom Saum gestellte Zellketten erkennen; chromophile Zellen fehlen. — Die Cysten zeigen bei manchen Thieren (Kaninchen, Mensch) Flimmerepithel. Das Grenz-Epithel der Hypophysenhöhle bilden cylindrische Zellen. In den Cysten des Umschlagtheiles und des Epithelsaumes findet sich bei älteren Thieren ein Material, das ähnlich den Colloidmassen der Schilddrüse aussieht; es färbt sich nach Art der chromophilen Zellen in denselben Reactionen wie diese.

Genauere Untersuchung zeigt zuweilen an Stelle einzelner chromophiler Zellen colloide Massen. Solche finden sich auch als Inhalt der Schläuche und Spalten und der Hypophysenhöhle in deren schleimhaltige, an den Präparaten geronnene Ausfüllung eingelagert. Ausserdem finden sich in dieser Ausfüllungsmasse Wanderzellen; vereinzelt finde ich letztere auch auf der Durchwanderung des Epitheles. — Die Gleichartigkeit zwischen den Reactionen der chromophilen Zellen und der colloiden Massen deutet auf eine Beziehung zwischen beiden. Die Reduction von Chromsäure und Osmiumsäure durch die chromophilen Zellen meist denselben eine activere Rolle zu als den chromophoben; alle Reactionen stimmen zudem mit jenen der Belegzellen in den Magendrüsen überein. Somit sehe ich in den Schläuchen der Hypophyse ein secernirendes Organ, welches ein Sekret in deren Spalträume liefert, zuweilen gerinnt dies Sekret zu den Colloidmassen. Das Schicksal des Sekretes ist unbekannt, vielleicht fällt es in den Schläuchen des Umschlagtheiles der Aufnahme in die Körpersäfte anheim; möglicherweise zu directer Verwerthung für die Cerebrospinalflüssigkeit.

B. Die Epiphyse (Zirbel, Conarium, Glandula pinealis).

Entwicklungsgeschichtliche Einleitung. Die erste Anlage der Zirbel zeigt sich als eine kleine Ausbuchtung des Medullarrohres, da wo die Decke der späteren Vierhügelregion in die des Zwischenhirnes übergeht. Die Substanz der Zirbel bildet sich durch Sprossenbildungen jener Ausstülpung; zwischen die Sprossen wächst gefässhaltiges Mesoderm-Gewebe ein. Die Substanz der Zirbel ist sonach direct identischen Ursprungs mit der nervösen Substanz der Centralorgane. Ueber dem Stiele grenzt die Substanz auf eine kurze Strecke an das Ependym des III. Ventrikels (Recessus glandulae pinealis.)

Anatomische Uebersicht. Die Zirbel erscheint als ein fest mit der Pia zusammenhängender rückwärts gerichteter Zapfen, dessen Verbindung mit dem Gehirn eine dünne Lamelle darstellt, welche sich seitlich in den Sehhügel, medialwärts in die Deckplatte der Vierhügel verliert. Die Farbe ist beim Pferd braunroth, am entbluteten Präparat dunkelbraun, oder selbst schwarz, als Zeugniss reichlichen Pigmentgehaltes. Gehirnsand, wie bei dem Menschen habe ich beim Pferd, Hund, Schaf und Schwein — andere Hausthiere habe ich nicht genügend untersucht — nie gefunden; das Material entstammt fast ausschliesslich sehr alten Pferden. Bei dem Schweine erscheint die Zirbel als spindelformiger, langgestreckter Zapfen von hellgrauer Farbe und fast knorpeliger Härte; bei dem Schaf ist sie blassroth, birnförmig. Die Zirbel des Hundes ist ein platter, kaum 1,5 *mm* langer Anhang.

Bei Hund, Schwein und Schaf habe ich einen rinnenartigen Eindruck auf der oberen Fläche des Organes gesehen.

Histologisches. Auf dem Durchschnitt erscheint die Zirbel eines Pferdes bei schwacher Vergrösserung ähnlich einer Lymphdrüse. Nester kleinzelligen Materiales sind geschieden durch eine transparentere Substanz, die sich als ein reticulirtes Gewebe darstellt, das selbst von derben Balken bindegewebiger Natur mit reichlichen Gefässen durchzogen wird. Die Zellen der den Follicularsträngen vergleichbaren Nester sind epithelähnlich, besonders durch die relative Grösse und bläschenförmige Beschaffenheit der Kerne; letztere erscheinen reticulirt oder granulirt und färben sich blass. Vielfach sind in den Zellen kleinste Körnchen enthalten, die am ehesten — speciell in ihrem chemischen Verhalten — den Pigmentkörnchen der Ganglienzellen gleichen.

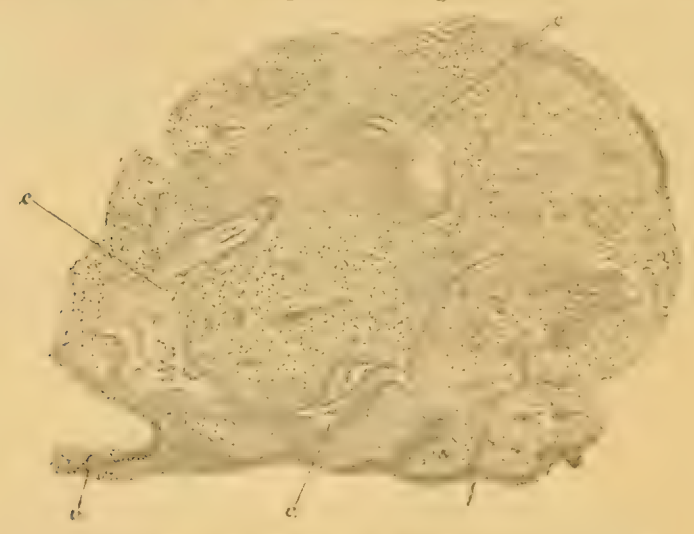


Fig. 451. Aus der Epiphyse des Pferdes. Sagittaler Durchschnitt bei ca. 12 maliger Vergrösserung gezeichnet. *v* velum conarii. *c* Bindegewebhaltiges Gewebe.

Zwischen den Zellen findet sich ein Reticulum, das der Neuroglia anderer an Rundzellen reicher Stellen gleicht. Vereinzelt eingestreut sind braungelbe aus mehreren Kugeln gebildete Drusen, die bei genauer Untersuchung sich in eine gemeinsame homogene Grundsubstanz eingelagert zeigen. Sie sind offenbar dem Gehirnsande der menschlichen Zirbel vergleichbar aber keineswegs mit ihm identisch*) wie die Sanddrusen des Riechlappens (s. o. S. 744). Bei anderen Thieren (Fledermaus) finde ich Zellkerne zu 3—5 in der Grundsubstanz der Drusen enthalten, so dass die braunen Kugeln als Abscheidungen in Zellen erscheinen. Das Reticulum geht ohne Grenze in das umgebende Netzwerk über; letzteres hängt unmittelbar mit der Neuroglia des Stieles und der an das Ependym grenzenden Substanz zusammen, sodass dessen Natur als Neuroglia keinem Zweifel unterliegt. Auch in diesem Gewebe finden sich reichliche Pigmentdrusen, ausserdem auch vereinzelte verästelte

*) Anm. An der Zirbel des Menschen habe ich an Präparaten mit reichlichem Gehirnsand nichts von derartigen Pigmentdrusen gesehen.

pigmentirte grosse Zellen, von welchen es nicht zu unterscheiden ist, ob sie grosse Ganglien oder eingelagerte (mesodermale) Pigmentzellen sind. Das Pigment ist braungelb und nicht schwarz, wie das der sogleich zu besprechenden Pigmentzellen. — Das eindringende Bindegewebe bildet derbe Balken mit weiten, dickwandigen Gefässen. Abgrenzung zwischen den Bindegewebsbalken und der Neuroglia ist nicht möglich. Das Bindegewebe ist reich an Pigmentzellen; zum Theil sind diese sternförmig verästelt, mit centralem, lichtem, dem Kern entsprechenden Fleck, zum Theil sind sie lang gestreckt, mit Ausläufern, die in Gestalt feinster Fasern auf grosse Strecken den Gefässen folgen; sie täuschen leicht das Bild feinster varicöser Nervenfasern vor. Auch die Verästelung der anderen Zellen, welche sich in das Netzwerk der Glia mischen, zeigt diese ungemein feine Verzweigung. Während das Pigment der langgestreckten Zellen durchweg braunschwarz ist, erscheint das der verästelten theilweise braungelb, so dass sich Zwischenstufen bis zu den hell pigmentirten ganglienähnlichen Zellen finden lassen. Nerven finden sich in der Epiphyse nur spärlich; eine zusammenhängende Schicht bilden sie in deren Stiel, feinste Fasern dringen weit in die Glia vor; über deren letztes Ende kann ich nichts mittheilen. — An den Gefässen ist vielfach die Dicke ihrer Wand und ein geschlängelter Verlauf sowie die eigenartige Anordnung der Pigmentscheiden auffällig. Perivasculäre Lymphräume habe ich nicht mit Sicherheit darin finden können. Das die Gefässe umgebende Bindegewebe bildet stellenweise derbe Balken aus feinen starren geradlinigen Fasern.

In neuester Zeit ist erkannt worden, dass die Zirbel aus einem bei niederen Wirbelthieren (Hatteria) anatomisch noch als solches erkennbaren, unpaaren »Scheitelauge« hervorgegangen ist. Es ist nicht uninteressant zu untersuchen, ob im Bau der Zirbel höherer Thiere eine Spur dieser ursprünglichen Bedeutung zurückgeblieben ist. Ich rechne dahin die reiche Pigmententfaltung in der Pia (vergleichbar der Chorioidea), beim Pferde, dessen Pia sonst verhältnissmässig pigmentarm ist; ferner die Abscheidung der geschilderten Pigmentdrusen, vergleichbar mit den Rhabdombildungen des Auges (Stäbchen.) Für letzteres spricht die eigenartige Reaction der Drusen auf die Weigert'sche Hämatoxylinbehandlung: starke Färbung in Folge der im Vergleich zur Umgebung starken Chromsäure-Reduction. — Offen lassen muss ich, ob ein Bild, das ich an einer Schnittreihe des Fledermausgehirnes und auch anderwärts an der Zirbel von Säugern sah — eigenartige Epithel-Anordnung und Schichtung der Substanz auf der rückwärts, abwärts gekehrten Seite — dazu in Beziehung steht. Für abgeschlossen halte ich die ganze Frage noch nicht. Das Organ ist gross genug, um den Gedanken nahe zu legen, dass es nach Aufgabe seiner Function als Sehorgan eine andere Verrichtung im Körper übernommen habe. Eine Drüsen-Function ist dabei kaum in Frage zu ziehen, da eine Activität der Zellen, wie sie mikrochemische Reactionen anderwärts nachweisen, hier nicht zu demonstriren ist. Vielleicht besteht eine Aufgabe für die Pigmentbildung oder Pigmentzerstörung. Vielleicht auch ist die Zirbel der höheren Thiere einer anderen Sinnes-Thätigkeit dienstbar geworden (Empfindung der Hirntemperatur?). Das Eindringen von Nervenfasern, die Anordnung der Zellen auf der Seite, welche dem Sehepithel des hypothetischen früheren Parietal-Auges entsprechen würde, machen eine solche Auffassung der Zirbel, als noch functionirendes Sinnesorgan, sehr wahrscheinlich.

II. Spinal-Ganglien.

Entwicklungsgeschichtliches. Die Spinalganglien entstehen gleich dem Medullarrohre aus dem Ectoderm. Sie erscheinen meist seitlich am Medullarrohr, als zusammenhängende zellige Anhäufungen (Nervenleiste), über deren ersten Ausgang — ob der Randtheil der Medullarplatte oder ein seitlich von ihr gelagerter angrenzender Ectodermstreif — man noch nicht zu einem sicheren Schluss gekommen ist. Später entfernt sich diese Anlage vom Central-Nervensystem und bildet sich selbstständig weiter. Schon früh beim Embryo (Hund von ca. 8 *cm* Länge) zeigen die Zellen einen verschiedenen Charakter, es scheint — doch sind die Untersuchungen, welche ich darüber im Gange habe nicht abgeschlossen — dass nur ein Theil derselben sich zu Nervenzellen gestaltet, während andere zu den späteren »Kapsel-Epithelien« werden.

Histologisches. Die Spinalganglien sind gebildet aus Gruppen von Nerven-Zellen, die hier in eigenartigen Kapseln liegen, aus Nervenfasern und aus gefässhaltigem Bindegewebe, welches eine Kapsel oder Hülle der Knoten und ein Zwischengewebe innerhalb derselben bildet.

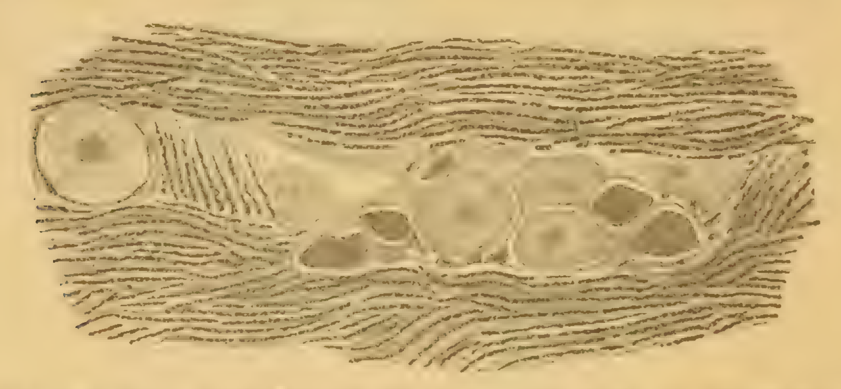


Fig. 452. Aus einem Spinal-Ganglion der Katze; nach einem mit Hämatoxylin nach Weigert's Methode tingirten Präparat. Hartnack, Syst. VII. Oc. I. Kurzer Tubus.

Die Nervenzellen der Spinalganglien gehören in die Reihe der „unipolaren" Nervenzellen. Ein starker Fortsatz entspringt an der Zelle, meist so, dass er als flacher kegelförmiger Aufsatz ihr aufliegt, dann, zuweilen in platt spiralischer Windung entlang der Zelle eine Strecke weit verläuft, ehe er deren Kapsel durchsetzt. Nur ausnahmsweise tritt der Fortsatz geradeaus durch die Kapsel. Zuweilen findet sich ein zweiter feiner Nervenfortsatz. Die Nervenzellen erscheinen durch Grösse, Granulirung, Reductionskraft gegenüber leicht reducirbaren Metallsalzen (Osmiumsäure, Chromsäure), Tinctionsfähigkeit und Beschaffenheit der Kerne verschieden. Ich unterscheide: a) chromophobe Zellen, d. h. solche, die sich durch die meisten Farbemittel nicht oder nur blass tingiren (Fig. 452, links); dieselben sind immer gross, füllen meist ihre Kapsel vollkommen aus, haben einen hellen, fast ungekörnten Randtheil, sonst

*) Anm. Die folgende Darstellung fusst ausschliesslich auf Untersuchungen aus meinem Laboratorium, die von den Studirenden der Medicin Frln. Kotlarewsky, Gitiss und Koneff ausgeführt und publicirt worden sind.

feinkörniges Protoplasma; grossen runden scharf umrandeten Kern mit deutlichem Gerüste; b) „chromophile" Zellen: Dieselben variiren in ihrer Grösse; sie sind am frischen Präparate dunkler und stärker granulirt als die ersten, füllen am gehärteten Präparat ihre Kapseln meist nicht vollkommen aus, färben sich intensiver als die anderen mit den einen (Carmin, Hämatoxylin, Eosin), ausschliesslich mit anderen Farbstoffen (indigschwefelsaurem Natron). Der Kern zeigt keine constante Form, bald gleicht er dem der chromophoben Zellen, bald ist er oval, aber noch mit deutlichem Kerngerüste versehen, bald endlich entbehrt er des Gerüstes, färbt sich diffus in seiner ganzen Ausdehung (im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Verhalten der Kerne in den Nervenzellen, welche sich weniger färben als das Protoplasma, vgl. o. S. 727). c) Stammzellen („mesochromatische" Zellen): es sind die kleinsten Zellformen der Ganglien, sie haben wenig, ziemlich grobkörniges Protoplasma, einen runden, meist bläschenförmigen Kern gleich dem der chromophoben Zellen; ihr Protoplasma färbt sich ziemlich stark in Carmin, es finden sich Uebergangsformen zu den ächten chromophilen Zellen, indem ein kleinerer oder grösserer Theil des Protoplasmas sich mit indigschwefelsaurem Natron tingiren lässt, zu den chromophoben, indem sich eine mehr oder weniger breite Randzone aufhellt. Chromophile und mesochromatische Zellen bilden den grösseren Theil der Gesammtzahl der Zellen eines Ganglion. Zählung der Zellen ergiebt für das Pferd den procentualen Antheil der chromophoben Zellen im Ganglion-Gasseri auf 14,5, in Spinalganglien auf 33,5 pCt. (Rind 17—34, Schwein 12—33,5, Katze 20—34 pCt.)

Eine Besonderheit des mikroskopischen Bildes der Nervenzellen in den peripheren Ganglien ist das Auftreten von Vacuolen; dieselben erscheinen kurze Zeit nach dem Tode im Randtheile, sehr selten im Centrum der Zelle; die zwischen denselben bleibenden Substanzreste erhalten die Zelle in ihrer Lage in der Kapsel, an welcher sie, meist an der Grenze zwischen zwei Zellen des Kapselepitheles, haften. Genauere Untersuchung zeigt, dass eine dünne protoplasmatische Randschicht entlang dem Epithel der Kapsel zurückgeblieben ist; sind die Vacuolen zahlreich, so sehen wir verästelte Zellformen zu Stande kommen, indem die ganze Peripherie des Protoplasmas bis auf spärliche Reste, die scheinbaren Fortsätze, in Vacuolen aufgeht. Einen Anhalt dafür, dass es sich um nach aussen zu verfolgende Fortsätze der Zellen handle, (Fritsch) habe ich nicht gewinnen können. — Die ungleiche Tinctionsfähigkeit der Zellen scheint mit deren Reductionskraft in directem Zusammenhang zu stehen; am lebenden Thiere (Kaltblüter) lässt sich eine grössere Sauerstoffsättigung und stärkere Alkalescenz der chromophilen Zellen durch Methylenblau nachweisen; es sind also Unterschiede in dem Stoffwechsel der Zellen die Ursache der Verschiedenheit. Da nun Altersverschiedenheiten und Function das chemische Verhalten der Nervenzellen so beeinflussen, dass sie ein verschiedenes Färbungsvermögen erhalten, ohne dass wir bis jetzt trennen können, was auf Rechnung des einen oder des anderen Factors zu setzen ist, so sind wir noch nicht im Stande, die Deutung dieser chemischen Unterschiede im einzelnen Falle zu wagen; die weitere Ausführung dieser Verschiedenheiten überschreitet daher die Grenzen des Lehrbuches. — Pigment-Einlagerungen und specifische Granula finden sich in den Zellen der Spinalganglien in ähnlicher Weise wie in denen des

Central-Organes. — Angaben von Adamkiewicz, dass bei Injection der Arterien der Spinalganglien die Peripherie, bei solcher der Vene der Kern der Zelle sich imbibire, sind höchst beachtenswerth, da sie auf Beziehungen der Saftströmungen in der Zelle zur arteriellen bezw. venösen Circulation hinweisen.

Die Kapsel der Nervenzellen in den Spinalganglien besteht aus einer homogenen Grundlage, welche an ihrer Innenfläche von einem Epithel ausgekleidet ist. Letzteres zeigt bei ausgewachsenen Thieren den Charakter des Plattenepitheles; die Zellen sind so dünn, dass nur die Kerne leicht zu sehen sind. Eine dichtere Häufung der Kerne und etwas reicheres Protoplasma zeigt sich da, wo der Zellfortsatz die Kapsel verlässt. Die Kerne der Kapselepithelien verhalten sich wie die der Bindegewebe- und der Neuroglia-Zellen, d. h. sie färben sich intensiver als das Protoplasma, also umgekehrt wie die Kerne der Nervenzellen. Bei jungen Thieren erscheinen die Epithelien protoplasmareicher, als bei alten.

Die gewöhnliche Beschreibung geht dahin, dass die Kapsel der Ganglienzellen continuirlich in die Nervenscheide übergehe; ich kann mich davon nicht überzeugen. Jedenfalls verdient der epithelähnliche Charakter der Kapselepithelien besondere Beachtung. Ich glaube, dass diesen Zellen eher eine Stellung gleich jener der Neurogliazellen zukommt; es sprechen sowohl Präparate von embryonalen Ganglien als solche von erwachsenen Thieren dafür, dass diese Zellen genetisch nichts mit dem Bindegewebe zu thun haben.

Die Nervenzüge in den peripheren Ganglien bestehen aus markhaltigen, mit Schwann'scher Scheide umhüllten Fasern vom Charakter der peripheren Nerven. Es ist kaum möglich, sie auf grössere Strecken zu verfolgen; auch ihre Beziehungen zu den Nervenzellen lassen sich nur ausnahmsweise in der Weise feststellen, dass der einfache Fortsatz einer Zelle sich T förmig theilt. Es ist überhaupt nicht erwiesen, dass alle Zellen mit Nervenfortsätzen versehen sind. Es ziehen ferner ganze Gruppen von Nervenfasern durch das Ganglion, ohne sich mit Zellen zu verbinden. In manchen den Spinalganglien zuzurechnenden Nervenknoten (Ganglion acustici) finden sich bipolare Zellen; für einige andere (Ganglion oticum und Ganglion oculomotorii) werden auch multipolare Zellen angegeben; es fehlen mir eigene Erfahrungen.

Das Bindegewebe der peripheren Ganglien zeigt nichts besonderes; es ist gefässhaltiges, mesodermales Bindegewebe, z. Th. von derb fibrösem Charakter, namentlich soweit es die Hülle der Knoten bildet.

III. Sympathicus.

Anatomische Uebersicht. Wir rechnen zum sympathischen Nerven-System die Gesammtheit der Grenzstränge nebst den von ihnen ausgehenden Nervenzügen in weiterer Ausdehnung, also alle die in peripheren Organen sich findenden, Nervenzellen enthaltenden Nervenausbreitungen, so den Meissner'schen und den Auerbach'schen Plexus der Darmwand, die Ganglien des Herzens, der Nebenniere, der Regen-

bogenhaut des Auges, der Wand des Oesophagus (Befunde in meinem Laboratorium) des Hilus der Speicheldrüsen, des Jacobson'schen Plexus u. a. m. Auch Ganglienzellen, die ich in der Zungenwurzel, unter deren papilla vallata, beim Pferde finde, muss ich zum Sympathicus rechnen.

Entwicklungsgeschichtliche Einleitung. Das sympathische Nervensystem ist nach seiner Herkunft noch ganz ungenügend bekannt. Es entsteht später, als die cerebrospinalen Ganglien. Es ist wahrscheinlich, dass letztere den Mutterboden der sympathischen Ganglien darstellen, indem diese anfangs unmittelbar im Zusammenhang mit den ersteren angelegt werden, später aber nach aussen rückend, sich von denselben entfernen. (Schenk und Birdsell.) Anfangs bildet der Grenzstrang einen continuirlichen Streif, in welchem Ganglien und die sie verbindenden Faserzüge kaum deutlich geschieden sind (Kölliker, Angabe für den Menschen).

Histologisches. Das sympathische Nervensystem besteht aus Faserzügen und in dieselben eingeschalteten, oft zu Knoten angehäuften Nervenzellen; beide, Faserzüge und Zellgruppen sind von Bindegewebe umgeben und durchwachsen.

a) Die Nervenzellen des Sympathicus sind im Durchschnitt kleiner als die der Cerebrospinalganglien. Ihre Grösse ist eine gleichmässigere als in letzteren. Sie liegen in Kapseln aus platten endothelartigen Zellen, weit weniger mit diesen verbunden, als in den Spinalganglien. Zuweilen, bei grossen Thieren seltener, sind die Zellen mehrkernig; ich habe dies ausnahmsweise beim Pferd, öfter bei der Katze gesehen, beim Meerschweinchen soll es die Regel sein. Die Zellen haben 2—4 Fortsätze, die meist direct nach ihrem Ursprunge geradlinig die Kapsel durchsetzen; es können beide Fortsätze einer zweipoligen Zelle direct bei einander oder an gegenüberliegenden Polen entspringen. Im allgemeinen gleichen also die Zellen eher kleinen multipolaren Zellen des Central-Organes als solchen der Spinalganglien. Spiralfasern, wie sie von niederen Thieren bekannt sind, habe ich bei den Hausthieren bis jetzt nicht gefunden. b) Die Nervenfasern des Sympathicus verlaufen als marklose, bezw. markhaltige Fasern ohne Schwann'sche Scheide. Ueber sie und das Bindegewebe ist nichts hinzuzufügen.

Unterschiede zwischen chromophilen und chromophoben Nervenzellen sind auch in den sympathischen Ganglien wahrnehmbar, aber viel weniger deutlich als in den cerebrospinalen. Pigmentanhäufungen finden sich bei alten Thieren sehr reichlich. Vacuolen-Bildung erscheint seltener, namentlich wegen der geringen Protoplasmamenge einerseits, der mangelnden Fixirung — welche eine gleichmässige Retraction der Zelle ermöglicht andererseits. Pericellulare Räume in Gehirn und Sympathicus, Vacuolen in den cerebrospinalen Ganglien sind äquivalente Bildungen, beruhend auf Veränderungen des absterbenden Protoplasma durch Retraction der festeren Theile und Ansammlung flüssigen Materiales an bestimmten Stellen, rund um die Zelle, wo letztere frei liegt, im Protoplasma wo sie mit ihrer Umgebung verbunden ist. Bisher nur bei dem Pferd (und vielleicht bei dem Menschen) habe ich Auflösungsprocesse der Zellen beobachtet: einzelne Zellen sind in ein feinkörniges kernloses Material, das den Tinctionen widersteht, aufgegangen; in diesem Material können massenhaft Vacuolen auftreten,

so dass es in ein Netzwerk aufgelöst wird, das keine Spur der granulirten Beschaffenheit der Zellsubstanz erkennen lässt. Es scheint dass zuweilen nur die Hälfte einer Zelle in dieser Weise sich umwandelt. — Es finden sich zwischen den mit Fortsätzen versehenen Zellen des Sympathicus reichlich andere ohne Fortsatz, die durch geringe Grösse vielleicht als Jugendstadien von Nervenzellen sich darstellen, da sie im übrigen durch die Beschaffenheit ihres Kernes ganz mit solchen übereinstimmen.

Register.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.)

Achromatin 78.
Adventitien 238.
— der Blutgefässe 458.
Aequatorialplatte 88.
Afterzitzen 341.
Afterklauen 404.
Albuginea testis 273 und 275—277.
Alveolarperiost 665.
Alveolen der Lunge 512, 516, 517.
— des Euters 351.
Alveolodentalmembran 661, 665.
Analbeutel 705, 433.
Analdrüsen 705, 433.
Analsäcke 433.
Aponeurosen 154.
Aquäductus cochleä u. vestibuli 575.
— Sylvii 738.
Arachnoidea 745.
Arantisches Knötchen 469.
Arrectores pilorum 435.
Arterien, Bau 454 ff., Eintheilung 456.
Arterien und Venen, Unterscheidung beider 466.
Athmungsorgane (52) 496, Nasen- und Nebenhöhlen 496, Rachenhöhle 503, Kehlkopf 504, Luftröhre 507, Lunge 510.
Augapfel 576—629. Sclera 581, Cornea 583, Uvea 587, Chorioidea 588, Corpus ciliare 593, Iris 600, Sehnerv 605, Retina 608, Linse 620, Glaskörper 623, Gefässe 625, Lymphgefässe 628, Schutzorgane 629.
Auge (58, 59) 576 ff.
Augenlid (59) 637.
Axencylinder der Nervenfaser 200, 201.

Backen 652.
Backendrüsen 647.
Balgdrüsen der Zunge 659.
Bartholin'sche Drüsen 329.
Basalmembranen 101, 108.
Bauchspeicheldrüse 716.
Becherzellen 117.
Belagzellen 680.
Berlocken der Haut 450.
Bewegungsapparat 355—380. Knochen 355. Gelenke 366. — Muskeln 369, Schleimbeutel 374, Sehnenscheiden 374, Sehnen 377.
Bindegewebe (36, 37) 142—163 Bau 142. Grundsubstanz 142 Bindegewebsfasern 142. Elastische Fasern 144. Zellige Elemente 145. Lagerung der Bindegewebselemente 148. Saftkanäle 148. Function 149. Eintheilung 149. fibrilläres 151, lockeres 151, straffes 152, lamelläres 154, membranöses 154, intraparenchymat. 154, netzförmiges 155, adenoides 155, pigmentirtes 156, embryonales 160, Entwickelung 160—162.
Bindegewebsfasern 142, 143, ringförmige Einschnürung derselben 144.
Bindegewebsknorpel 168.
Bindegewebszellen 145. platte 145. Plasmazellen 146. Körnerzellen 147. Fettzellen 147. Pigmentzellen 147. Wanderzellen 148.
Bindehaut des Auges 635.
Bindesubstanzen 141—209.
Biont 72.
Bioplasma 72.
Blastem 82.
Blinzhaut 639.
Blut (33, 34) 139—141. Plasma 131, Erythrocyten 131, kernhaltige Erythrocyten 136, Blutplättchen 136, Leucocyten 136, Elementarkörnchen 136, Krystalle 136, Genesis 138.
Blutkörperchen, rothe 131. Eigenschaften und Gesalt 131. Farbe und Grösse 132. Zahl 133. Structur 134. Lebensbedingungen und -erschernungen 134. Verhalten gegen Reagentien 135 Genese 138. Bildungsstätte 140 Untergang 140.
—, rothe, im Knochenmark 357.
—, farblose 136, 137, 138 (s. a. Leucocyten).
Blutkreislauf 35.
Blutkrystalle 34, 35, 137.
Blutbildung 359, 360, im Knochenmark 359.
Blutgefässe (45, 46) 451. Allgemeines 451. Bau 452 ff Capillaren 452. Arterien 454. Venen 459. Sinus 462. Schwellkörper 462. Gefässe, Nerven 464, Ge-

nesis 464. Innervation 464. Entwickelung 464 u. 139.
Blutgefässsystem 451.
Blutplasma 130.
Blutplättchen (34) 136.
Blattschicht des Huthorns 400.
Bowmann'sche Discs, Zerfall 42.
Bogengänge 566, 567.
Bronchien 512.
Brunner'sche Drüsen 695.

Canaliculi semicirculares 566, 567.
Capillargefässe (54) 452. Bau 452. Weite 453.
Capillarnetze 453.
Carotisdrüse 495.
Carpealdrüsen 434.
Cementsubstanz der Zähne 179, 664.
Cementkeim 666.
Centralkanal des Rückenmarks 726.
Centralnervensystem 719 (s. u. Nervensystem).
Centralorgane des Nervensystems 57, 58, 719 ff. (s. u. Nervensystem).
Centralraum der Zotten 693, 701.
Cerebellum 736.
Chordä 470
Chorioidea 588. Makroskopisches 588. Mikroskopisches 588—593. Suprachorioidea 589. Stroma chorioideae 590. Tapetum 591. Choriocapillaris 592. Glaslamelle 593 Nerven 593.
Chromatin 76, 84.
Chylämie 137.
Chylus 33, 129, 130.
Cilien 117, 118.
Ciliarband 597.
Ciliarfortsätze, Abbildung 600.
Ciliarmuskel 597.
Circulationsapparat 445—451 ff. Blutgefässe 451, Herz 466, Lymphgefässe 472, Thymus 485, Milz 488, Carotisdrüse 496.
Clitoris 329, 331.
Cochlea 567, 568.
Cöcum 704.
Cohnheim'sche Felder 42, 192.
Colostrumkörperchen 65.
Colon 705.
Conarium 749.
Concentrische Körper der Thymus 486.
Conjunctiva 635.
Coni vasculosi 275.
Corium 383 ff.
Cornea (58) 583. Epithel 583. Eigenhaut etc. 584, 585. Nerven 585, 586. Gefässbahnen 587.
Corpora amylacea 288.
— cavernosa penis 303 ff.
— cavernosa urethrae 300—303.
— quadrigemina 738.
Corpus albicans 319.
— ciliare 593. Makroskopisches 593. Mikroskopisches 594. Ligamentum annulare bulbi 595.
— Highmori 274.
— luteum 313, 318.
Corti's Bögen 571.
— Pfeiler 571.
— Membran 573.
— Organ 571.
Corticalschicht des Eierstockes 310.
Cowper'sche Drüsen (56) 295—297.
Cristae acusticae 567.
Crista spiralis 569, 570.
Cumulus proligerus 312.
Cuticularbildungen 101.
Cuticularhäutchen 101, 102.
Cylinderepithel geschichtetes 117.
Cysten 280.
Cytoblastem 82, 98.

Darmepithel 699.
Darmdrüsen 694, 695.
Darmkanal (50) 690. Blutgefässe 700. Lymphgefässe 701. Nerven 702. Spezielles, Vergleichendes 702.
Darmmuskularis 699.
Darmschleimhaut 690. Gerüst 692, Zotten 692, Drüsen 693, Lymphfollikel 697. Epithel 699. Gefässe 700. Nerven 702, Specielles 702 ff.
Deiter'sche Zellen (58) 572.
Dentin 180, 663.
Dentinkeim 666.
Descemet'sche Haut 585.
Dickdarm 704.
Dilatator iridis 601, 604.
Diploë, Bildung 359.
Discus proligerus (ooforus) 312.
Dotter 313.
Drüsen 238—247. Zellen 240. Hohlräume 241. Ausführungsgänge 242. Eintheilungen 241—246. Stützgewebe 246. Gefässe und Nerven 247.
— Bartholin'sche 329, 330, des Magens 678, der Zunge, Schlundkopfs, Schlundes, Rachenhöhle 648, 658.
Drüsen- und Parenchymzellen 100.
Ductus choledochus 715.
Ductus cchlearis 569.
Duodenum 702.
Dura mater 744.
Dünndarm 702—704.

Ectoplasma 73.
Eichel 304.
Eiepithel 312.
Eierstock 309. Allgemeines 309. Keimepithel 311. Follikel 311. Ei 312. Entwickelung 316.
Eileiter 319.
Einbettungsmassen 17.
Einbettungsmethode 11, 30 ff.
Eiweissdrüsen 644.
Eizelle 100, 313.
Elastische Fasern 144.

Elastisches Gewebe der Haut 386.
Elementarhäutchen 101, 102
Elementarkörnchen 63, 103, 127, 137.
Embryonalgewebe 96, 126.
Endknospen 542.
Endkolben einfache 445, zusammengesetzte 446.
Endocardium 466.
Endoneurium 217.
Endothelgewebe. Vorkommen 124. Bau 124
Endothelhäutchen 124, 125, 452, 453.
Endothelzellen (37) 99, 125.
Entkalkungsverfahren 12.
Ependym 725.
Epidermis 388. Entwickelung 393.
Epidermoidalbildungen 393.
Epikeras 409, 410.
Epineurium 217.
Epiphysenknorpel 365.
Epiphysis celebri 749.
Epithelgewebe (29—32; 63) 106—122. Vorkommen 106. Bau 106. Kittsubstanz 106. Zellen 106. Eintheilung 109. Functionen 119. Entstehung 120. Ersatz 120. Lebenslauf 120. Plattenepithel 109. Pigmentepithel 109, mehrschichtiges Plattenepithel 110. Cylinderepithel 115. Flimmerepithel 117. Schmelzsubstanz 122. Linsensubstanz 122.
Epitheliale Bildungen 122, 123.
Epithelzellen (63) 99, 100, 106.
Eponychium 407.
Erectionsbüschel 304.
Ersatzzellen 111.
Ergrauen der Haare 424.
Eustachi'sche Tube 562.
Euter 337. Ontogenetisches und Phylogenetisches 337—339. Involution desselben 351. Stützgewebe 353. Blut- und Lymphgefässe 354.
Euterparenchym 347.

Fädchenströmung 79.
Färbungsmethoden 13, 30 f.
Faltenkranz im Auge 593.
Farbstoffe 18.
Fascia pharyngis 503.
Fascien 154.
Faserknorpel 168.
Ferrein'sche Pyramide 249.
Fettgewebe 38, 156, 157.
Fettpolster 388.
Fettzellen 100, 147.
Fibroblasten 160.
Flimmerepithel 117, 118. Vorkommen 117, 118. Bau 118.
Flotzmaul 651.
Flotzmauldrüsen 432, 651.
Flügelzellen 111.
Follikel, Graaf'sche 311.
Fundusdrüsen 679 ff.
Fusszellen 111.

Galle 66.
Gallenblase 715.
Gallencapillaren, Injection derselben 51.
Gallengänge 713.
Gallertmark 358.
Ganglien 220, 221, 752.
Ganglienzellen 196—200, 728.
Gaumen, harter 652.
— weicher 653.
Gaumendrüsen 647, 653.
Gaumennasengang 501
Gaumensegel (47, 48) 653.
Gefässschicht des Ovarium 309.
Gefriermethode 10.
Gehirn (57, 58) 739 ff.
Gehirn u. Rückenmark, Mikroskopisch. 719.
— — — Entwicklung 721.
— — — Schichtung 720, 721.
Gehörapparat 557 (s. Ohr). Aeusseres und mittleres Ohr 557, inneres 562.
Gehörgang, äusserer 558.
Gehörknöchelchen 561.
Gehörlabyrinth. Histologisches 565.
Gehörorgan (59, 60) 557 (s. Ohr).
Gehörsäckchen 565.
Gehörzähne 570.
Gelenke 366—369, Bänder 154, 367, Entstehung 366, Gefässe 369, Nerven 369.
Gelenkkapsel 367.
Gelenkräume 366—369.
Genitalapparat, männlicher (55, 56) 273, weiblicher (56) 309 (s. Geschlechtsorgane).
Genitalnervenkörperchen 447.
Geruchsorgan (60) 548, Riechkolben 549, Riechschleimhaut 552, Nerven 556.
Geschmacksfurchen, -leisten, -blättchen 529.
Geschmacksknospen 528, Specielles 542 bis 546.
Geschmacksorgan (60) 527, Meyer's Organ 529, Papillae vallatae 535, pap. fungif. 540, Geschmacksknospen 542, Nerven 546.
Geschmacksregion 535.
Geschlechtsorgane, männliche 273—309. Hoden 273, Nebenhoden 284, Samenleiter 285, Samenblasen 288, Prostata 291, Cowper'sche Drüsen 295, Urethra 297, Penis 303.
— weibliche 309—337. Eierstock 309, Eileiter 318, Uterus 320, Scheide 327, Vestibulum, Clitoris 329, Scham 335, Milchdrüsen 337.
Gewebe 95, Bau derselben 96 bis 104, Zellen 96—100, Zellformen 97, Zellarten 99, Cuticulä 101, Kittsubstanz 102, Grundsubstanzen 102, Lebenserscheinungen 104, Eintheilung 104, Genesis 105.
— elastisches 158—160.
— flüssige 33, 34, 127—141.
Glandula carotidea 495.
— thyreoidea 523.
— suprahyaloidea 525.

Glandula parathyreoidea 525.
— pinealis 749.
Glashäute 102, 230.
Glaskörper 623, Gallerte 624, Hyaloidea 625, Zonula ciliaris 625, Canalis Petiti 625.
Glasur am Huf 398.
Glöckchen der Haut 450.
Glomeruli 259, 260.
Goll's Strang 734.
Graaf'sche Follikel 27, 311.
Grosshirnhemisphären 739.
Grundsubstanzen 102, 103.
Grundsubstanzgewebe 141—209.

Haare (61, 62) 413, Eintheilung 419, Allgemeines 413, 414, feinerer Bau 414 ff., Oberhäutchen 418, asinose 420, Rindensubstanz 417, Hornfibrillen 417, Entwickelung 422, Ergrauen 424.
Haarbälge (62) 448.
Haarbalgdrüsenmuskeln 435.
Haarfarbe 417.
Haarmark 415, Wurzel- und Schaftmark 416.
Haarwechsel 423, 424.
Haarwurzel 418, Wurzelscheide 418, Epidermicula der Scheide 419.
Haeminkrystalle 35.
Hämoglobin 34, 132.
Härtungsflüssigkeiten 11.
Harder's Drüse 639.
Harn 54, 65.
Harnapparat (53—55) 248—272 (s. Nieren etc.).
Harnblase (55) 268.
Harnkanälchen, Breitendurchmesser 264.
Harnröhre (55) 268, 269.
Harnwege, ableitende 265—272.
Haube 671.
Hauptdotter 317.
Hauptzellen 680.
Haut, äussere (61) 381, Allgemeines 381, Bau 382, Lederhaut 383, Unterhaut 387, Epidermis 388, Epidermoidalbildungen 393, Hufe 393, Krallen 404, Klauen 402, Hörner 408, Haare 413, Drüsen 425, Muskeln 434, Gefässe 436, Lymphgefässe 439, Nerven (61) 441 ff.
Hautdrüsen 425, 432.
Hauthörner 409.
Häute 230, structurlose 230, zellige 230, Muskelhäute 230, elastische 231, Bindegewebshäute 231—238, fibröse 231, Muskelhäute 230, 231, seröse 232, Schleimhäute 232—238, structurlose 230, Synovialhäute 232, thierische 230—238, zellige Deckhäute 230.
Havers'sche Kanäle 170.
Henle'sche Scheide 217.
Hensen's Zellen 573.
Herz 466, Endocard 466, Myocard 467, Pericard 770, Blutgefässe 470, Lymphgefässe 440, Nerven 471.
Herzklappen 469.
Herzmuskelgewebe 192—194, 468.
Herzmuskelzellen 100.
Hirnanhang 746.
Hirnhäute 744.
Hirnrinde 740—744.
Hoden 56, 273—285. Allgemeines 273 bis 275, Albuginea 275, Parenchym 277 bis 280, Samenkanälchen 277—283, Samenfäden 280, Gefässe und Nerven 283.
Hörhaare 566.
Hörner 62, 393, 408 Bau 409 ff., Entwicklung 409, Ringbildung 412, Wachsthum 412.
Hörzellen 566, 572.
Hornblättchen 395.
Hornhaut (siehe Cornea) 583.
Horngebilde der Haut. Pigment derselben 412. Gefässe 438, 440. Nerven 448.
Hornröhrchen 394, 395.
Hornsäulen 394, 395.
Hornschicht der Epidermis 389, 391.
Hornschuh (62) 394.
Hornsohle 402.
Hornspongiosa 727.
Hornstrahl 402.
Hornwand 398.
Hornzapfen 409.
Howship'sche Lacunen 178, 359.
Hufe 393. Hornschuh 398—402. Wachsthum 406. Entwicklung 407.
Hufhorn 398—402.
Huflederhaut 396.
Hundezitze 345.
Huschke's Gehörzähne 570.
Hyaloplasma 74.
Hypophysis cerebri 62, 746. Genesis 747. Histologisches 747. Hirntheil 747. Epitheltheil 748.

Jacobson's Kanal 502.
Jejunum 703.

Ileum 703.
Infundibula der Lunge 511, 516.
Inguinaldrüsen 434.
Injection, Methoden 20—23.
Integument, (siehe äussere Haut) 238, 381.
Interfilarmasse 74.
Intima, siehe Blutgefässe.
Intimazellen 455.
Iris (siehe Regenbogenhaut) 600.
Irismuskeln 604.

Kapselbänder 367.
Karyokinesis 84.
Katzenzitze 345.
Kehlkopf 503. Knorpel 503. Bänder, Muskeln, Schleimhaut 504. Drüsen 506. Submucosa 506. Blutgefässe 506. Lymphgefässe und Nerven 507.
Keilbeinhöhle 500.
Keimbläschen 313.
Keimepithel 311.

Keimfleck 313.
Keimhügel 312.
Keimlager des Pferdeeierstocks 315.
Keimplatte 311.
Keimzellen 99, 127.
Keratohyalin 390.
Kernfiguren 84.
Kernkörperchen 77.
Kernsaft 78.
Kernspindel (Strassburger) 88.
Kerntheilung, directe (28. 83, indirecte 83, 84.
Kerntheilungsfiguren 84.
Kieferhöhle 500.
Kittsubstanz 102, 106.
Klauen 393, 402, des Rindes 402, des Schafes 403, des Schweines 404. Wachsthum 406. Entwicklung 407.
Klauensäckchen 433.
Kleinhirn 736.
Knäueldrüsen der Haut 427. Vorkommen 427. Bau 429.
Knochen. Bau, primärer 355. Entwicklung desselben 175, 176. Mark 355. Gefässe 361. Lymphgefässe 362. Nerven 362. Periost 363. Epiphysenknorpel 365.
Knochengewebe (40) 169—179 Allgemeines 169. Grundsubstanz und Lamellen 170. Kittsubstanz 172. Saftkanalsystem 173. Zellen 174. Genesis 174. Wachsthum 178.
Knochengrundsubstanz 170.
Knochenhaut 363.
Knochenhöhlen (40). Bildung derselben 177, 178, 358, 359.
Knochenkörperchen 173, 174.
Knochenmark (41) 355. Entwicklung 356. rothes 357. gelbes 358. Gallertmark 358. Knochenmarkgefässe 360.
Knochenwachsthum 178, 179.
Knochenzellen (40) 174.
Knorpelgewebe (40) 163—169. Bau 163. Grundsubstanz 163. Zellen 164. hyalines 165. elastisches 167. fibröses 168. Genesis 168. Wachsthum 169.
Kölliker'sche Felder 192.
Körnchenbewegung 79.
Körnerschicht der Epidermis 389, der Follikel 311.
Körnerzellen 147.
Krallen 393, 404. Sohle 405. Wachsthum 406. Entwickelung 407. Saumband 405, der Katze 405.
Krallenbett 404.
Krallenplatte 405.
Krallenwand 405.
Kreislaufsapparat 451 (s. Circulationsapp.)
Krause-Amici'sche Scheibe 186.
Kronenlederhaut 396.
Krypten im Uterus 322, 323
Krystallinse 122, 123, 620. Linsenkapsel 620. Linsenepithel 620. Linsenfasern 621.
Kunde der Zähne 664.

Labmagen der Wiederkäuer 686.
Labyrinth 562—574 (s. Ohr).
Labium tympanale et vestibulare 569.
Lamina basilaris (Corti) 571.
— cribrosa oculi 607.
— spiralis 567.
Langerhans'sche Zellen 444.
Larynx 503.
Leber 705, (50, 51). Blutgefässe 709. Stützgewebe 712 Gallengänge 713. Gallenblase 715. Lymphgefässe 715. Nerven 716. Kapsel 716. Zellen (50) 706. Arterie 711. Vene 711.
Leberläppchen 705.
Lederhaut 383.
Leucocyten 127—129, 136—138.
Leydig'sche Zwischensubstanz 277, 283.
Lider 637.
Lieberkühn'sche Drüsen 694.
Ligamentum annulare bulbi 595, pectinatum 595, spirale 569.
Linse (39) 620.
Linsenfaser 122, 620
Lippe (47, 48) 650
Lippendrüsen 647, 650.
Liquor folliculi 311.
Lobuli testis 273.
Lobus olfactorius 743.
Lunge 510 (52, 53) Allgemeines 510. Specielles 512. Bronchien 512—516. Infundibula 516. Gerüst 519. Gefässe 520. Lymphgefässe 522 Nerven 523.
Luftröhre 507. Faserhaut und Knorpel 507. Muskulatur, Schleimhaut 508. Drüsen 509. Gefässe und Nerven 510.
Lymphcapillaren 476.
Lymphe 127, 33.
Lymphdrüsen 479 (46). Allgemeines 479, 480. Hülle 480. Follikel 481. Markstränge 482. Umhüllungsraum 482. Lymphbahnen 484, Gefässe 485. Nerven 485.
Lymphfollikel 477, 478 ff, des Darmes 697.
Lymphgefässe 472 Klappen 477.
Lymphgefässsystem 472—485. Interstitialräume 472. Sinus 473. Seröse Höhlen 474 Lymphgefässe 476. Lymphfollikel 477. Lymphknoten 479.
Lymphoidgewebe 478.
Lymphröhren 476.
Lymphsinus 473.
Lymphzellen 127.
Lyssa 654.

Macerationsmethode 9.
Macrocyten 133.
Maculae acusticae 565, 566.
Macula germinativa 813.
Magen (49) 677—690. Blutgefässe 683. Lymphgefässe 684. Nerven 684. des Pferdes 684—686, Schlundabtheilung 675, der Wiederkäuer 686—688, des

Schweines 688—689, Schlundabtheilung 675. der Fleischfresser 689—690.
Magendrüsen 678.
Magenepithel 683.
Magenschleimhaut 677 ff.
Magenzotten 683.
Malpighische Körperchen der Nieren 248, der Milz 488, 490.
Mandeln 660.
Markzellen 357.
Mastzellen (37) 128, 147.
Mayer'sches Organ 529. Specielles 530 bis 535, 657.
Media s. Blutgefässe.
Medulla spinalis 732.
— oblongata 735.
Medullarrohr 721 ff.
Meissner'sche Tastkörperchen 448.
Membrana granulosa folliculi 311.
— limitans des Corium 385.
Membrana tectoria 573.
— tympani secundaria 573.
Membranen, structurlose 102.
Metakinese 88.
Mikrocyten 133.
Mikroorganismen 63.
Mikroskop und Zubehör 3—8.
Mikrotom 10.
Milch 65.
Milchcysterne 340. Zellen 341.
Milchdrüse (57) 337. Parenchym 347. Drüsenzellen 348. Involution 351. Bindegewebe 353. Blut- und Lymphgefässe 353. Phylogenie und Ontogenie 337. Zitzen 339. Parenchym 347. Alveolen 347. Gefässe und Nerven 354.
Milchdrüsenepithel 348 ff.
Milchkügelchen 65.
Milchgänge S. 340, 354.
Milz 47, 488—495. Allgemeines 488. Hülle 490. Pulpa 490, weisse 490, 91, rothe 492. Gefässe 493, 94. Lymphgefässe 494. Nerven 495.
Mitom 73.
Mitteldarm 675. Schichtung 675. Gerüst 676.
Mittel- und Zwischenhirn 738.
Modiolus 565 ff.
Molekularbewegung 130.
Morgagni'sche Tasche 505.
Motorische Endplatte 229 374.
Motorischer Fleck 228.
Müller'sche Kapsel 251.
Mufeldrüsen 432.
Mundhöhle 648. Allgemeines 648—650. Lippen 650 Backen 652. Zahnfleisch 652. Gaumen 653. Boden 653. Zunge 653.
Mundhöhlenboden 653.
Muskeln 369—373. Blutgefässe 372. Lymphgefässe 372. Nerven 373.
Muskelfaser, Inhalt 186—192, Membran 184, 185, Tod 192. Endung 371.
Muskelgewebe 181—196. Allgemeines 181. Skeletmuskulatur 183. Herzmuskel-Gewebe 192, glattes 195. Entwickelung 192.
Muskelhäute der Haut 434.
Muskelkerne 185.
Markstränge im Eierstock 313.
Muskelzellen, glatte 100.
Muskelzellen, quergestreifte 100.
Muskulatur, Untersuchung 41—43.
Myokardium 467.
Myolemm 184.

Nabelbeutel 307.
Nackenband 379.
Nahrungsdotter 317.
Nase, Nebenhöhlen derselben 500—502.
Nasendrüse, seitliche 501.
Nasenhöhlen 496—503. Schleimhaut 497 Drüsen 498. Submucosa 500. Gefässe 502. Nerven 503.
Nasenspiegel 433, 652.
Nebenhoden 275, 284, 285. Drüsenloser Theil 285. Ampulle 286.
Nebenhodenkanal 275.
Nebenkerne 78.
Nebennieren (62) 269—272.
Nerven 217. Bindegewebe 217. Blutgefässe 219. Nerven 219. Verlauf 219.
Nervenendigungen (44, 45, 62) 221—230. Secretorische 221. Sensible 221. Terminalnetze 221. Freie Endung 222. Endknöpfchen 222. In und mit Zellen 222. Terminalkörperchen 224. Motorische 228. In Zellen 445, freie 445. s. u. Organe.
Nervenendzellen, Isolation derselben 60.
Nervenfasern (43, 44) 200—209.
Nervenfasern 200—209. Vorkommen, Eintheilung und Bau 200. Doppelt conturirte 200—205. Einfach conturirte 206. Primitivbündel mit Mark 207. Nackte Axencylinder 208. Primitivfibrillen 208. Entwickelung 208. Wachsthum 209.
— in den Centralorganen 730.
Nervengewebe 196—209.
Nervenknäuel 448.
Nervensystem, centrales 719. Genese 719. Gewebe 725—732. Ependym 725. Nervöse Substanz 726. Stützgerüst, Gefässe 731. Rückenmark 732. Medulla oblongata 735. Kleinhirn 736. Mittel- und Zwischenhirn 738. Grosshirn 739. Hypophyse 746. Zirbel 749. Hüllen (Dura und pia mater) 744. Spinalganglien 752. Sympathicus 754.
Nervensystem peripheres 217—230.
Nervenzellen (44, 45) 100, 196—200. Vorkommen, Structur und Form 196. Im Centralorgan 728.
Nervus sympathicus 754, opticus 605, 744, cochlearis 574, vestibularis 574.
Netzhaut 608, 744. Pars optica 608.

Sehnerveneintritt 609. Nervenausbreitung 609. Schichten 610, 611. Pigmentepithel 611. Sehzellen 611. Stäbchen, Zapfen 611, 612. Aeussere Körnerschicht 613. Aeussere Faserschicht 614. Aeussere granulirte und innere Körnerschicht 614. Innere granulirte und Ganglienzellschicht 615. Nervenfaserschicht 616. Glashaut 617. Pars ciliaris 618. pars iridica 618.
Netzknorpel 167.
Neumann's Scheide 180
Neuroepithelien 60, 222.
Neuroglia 721, 727.
Nickhaut 639.
Nieren (53, 54) 248—264. Allgemeines 248—251. Müller'sche Kapseln 251, Harnkanälchen 251—257. Gefässe 257 bis 262. Nerven 263. Bindegewebe 263. Kapsel 263.
Nierenkapsel 263—264.
Nuclein 75.

Oberhaut 388.
Odontoblasten 662, 666.
Oesophagus 667.
Ohr 60, 557, äusseres und mittleres 557.
Ohr, inneres 562. Allgemeines 562—565. Säckchen 565. Bogengänge 566. Schnecke 567. Ductus cochlearis 569. Corti's Organ 571. Nerven 574 Gefässe 574. Lymphbahnen 575.
Ohrmuschel 557.
Ohrenschmalzdrüsen 558.
Oikoid 71.
Oikoblaste 98.
Omasus 673.
Orbiculus ciliaris 594.
Organologie, allgemeine mikroskopische 213—308.
Organe, Allgemeines 213. Stützgewebe 214. Gefässe 214. Nerven 216. Zellen 216.
Ossification 176 ff.
Osteogenese (41) 175.
Osteoblasten 175, 358, 363, 364.
Otolithen 566.
Ovarium 56, 309.

Palpebrae oculi 637.
Palpebra tertia 639.
Pancreas 51. 716.
Panniculus adiposus 388.
Pansen 666.
Papillen, Eintheilung etc. 384, der Zunge 655 ff., umwallte 535, keulenförmige 540, der Haut 383, 385.
Papillae filiformes 65.
— fungiformes 656.
— vallatae 535, 657. Specielles 536—540.
— foliatae 529, 657.
Parachromatin 84.
Paramitom 74.
Parenchymsaft 127.
Parenchymschicht des Ovarium 309.
Parietalauge 751.
Parotis 646.
Pars reticularis der Haut 383.
Paukenhöhle 560.
Penis 303—305.
Perichondrium 166, 167.
Pericard 470.
Perimysium 184.
Perineurium 217.
Periost 177, 363. Gefässe und Nerven 365.
Petit'scher Kanal 625.
Peyer's Follikelhaufen 697, 698.
Pferdemagen 675, 684.
Pfortader 710.
Pharynx 503.
Pia mater 745.
Pigment der Haut 391.
— der Horngebilde 412.
Pigmentzellen 73, 147.
Plasmazellen 146.
Plattenepithelium (29—32) 109.
Plexus myentericus 45, 702.
— submucosus 702.
Poren 428.
Präparirmethoden 8—14.
Praeputium 306—308.
Primordialfollikel 317.
Primordialeier 317.
Prochromatin 77.
Prostata 56, 291.
Protoblasten 111.
Protoplasma 72, 73, 74.
Psalter 673.
Psalterrinne 673.
Psaltersegel 673.
Purkinje'sche Fäden (43) 114, 467, 468.
— Nervenzellen 729, 737—738.
Pylorusdrüsen 682.

Rachenhöhle 503. Schleimhaut 503. Drüsen, Gefässe, Nerven 504.
Reagentien, chemische 15.
Rectum 705.
Regenbogenhaut 600. Pars uvealis 603. Pars retinalis 605.
Reissner's Membran 569.
Respirationsapparat 496 (s. Athmung).
Respirationsschleimhaut 497.
Rete testis 273.
Retina (59) 608, 744 (s. Netzhaut).
Riechkolben 549, 743.
Riechepithel 554.
Riechschleimhaut 552.
Riechzellen (60) 555.
Riffzellen 111, 112.
Rosenthal's Kanal 574.
Röhrchenschicht des Hufhorns 399.
Rückenmark (57) 732.
Rüsseldrüsen 433.
Rüsselscheibe 652, 433.

Saftkanalsystem des Bindegewebes 148, 149.
Saftkanäle 472.

Safträume 472.
Samenkanälchen 277—283.
Samenknospen 280.
Samenleiter 56, 285—288.
Samenzellen 100, 279.
Sarcolemma 184.
Saumband 398.
Scala vestibuli 568.
— tympani 568.
Scrotum 305, 306.
Schafzitze 342.
Scham 335.
Scheide 327.
Scheitelauge 751.
Schilddrüse 523. Parenchym 524. Gefässe und Nerven 525.
Schildknorpel des Ohrs 558.
Schleim 63.
Schleimbeutel 374 ff.
Schleimdrüsen 642
Schleimgewebe 39, 160.
Speichelkörperchen 27.
Schleimhäute 232, cutane 235, echte 237.
Schleimschicht der Epidermis 389.
Schleimzellen 63.
Schlund 667.
Schlundrinne 672.
Schlundkopf 666.
Schmeckbecher 542.
Schmelzkeim 665.
Schmelzoberhäutchen 122.
Schmelzprismen 122.
Schmelzsubstanz der Zähne 122, 663.
Schnecke 567 ff.
Schneider's Membran 497.
Schrön'sche Körper 77.
Schutzschicht des Hufhorns 399.
Schwann'sche Scheide 203.
Schweissdrüsen 427.
Schweinemagen 688, 675.
Schweinezitze 344.
Schwellkörper 56, 462.
Sclera 581.
Sclerawulst 597.
Sclerotica 581.
Segmentalstränge im Eierstock 313.
Sehapparat 576—639.
Sehnerv 605, 744.
Sehnen 36, 152, 153, 377. Gefässe 377. Nerven 377.
Sehnenendkörperchen 379.
Sehnenscheiden 376.
Sehnenzellen 38, 153, 154.
Septula testis 273, 277.
Seröse Häute 475.
Seröse Höhlen 474.
Serum 127.
Sharpey'sche Faser 40, 172, 173.
Sinnesorgane 526—640.
Sinneszellen 544.
Sinus der harten Hirnhaut 462.
Sinushaare 420—422. Gefässe 438, 440. Nerven 448.
Skeletmuskulatur 183, 369. Allgemeines 183. Sarcolemm 184. Kerne 185. Contractiler Inhalt 186. Bau der Muskelfaser 187. Querschnitt 191. Entwicklung 192.
Solitärfollikel des Darms 697.
Speicheldrüsen (48) 641. Specielles 646 bis 648.
Stenson's Kanal 501.
Stenson's Nasendrüse 501.
Stiftchenzellen 544
Stierzitzen 341.
Stirnhöhle 500.
Stomata 124.
Strahlenkranz 593.
Strahlkörper 593.
Stratum corneum 391.
— germinativum 279.
— lucidum der Epidermis 390.
— mortificatum 391.
— periostale (Huf) 396.
Sperma 66.
Spermatoblasten 280.
Spermatogemmen 280.
Spermatogonien 278.
Spermatozoen 66, 280.
Spermatozoiden 56.
Sphincter iridis 601, 604.
Spinalganglien 44, 752.
Sporn 402.
Stachelzellen 389.
Stachelzellschicht 389.
Stria vascularis 569.
Strichkanal 340, 341.
Stroma ovarii 309.
Stutenzitze 344.
Subcutis 387
Subglandularschicht des Darms 676, 692.
Sublingualis 647.
Submaxillaris 647.
Substantia gelatinosa centralis 726, 732, 735.
— — lateralis 726, 733, 735.
— — nigra 738.
Sulcus spiralis 570.
Sympathicus 754.
Synovia 129, 232.

Talgdrüsen 425 ff. Vorkommen 425. Bau 427.
Tapetum 591.
Tarsus 638.
Tastzellen 223, 441 ff. Vorkommen 444.
Tastsinn 527.
Terminalkörperchen 445, 224
Theca folliculi 311.
Thränenapparat 629. Thränendrüsen (59) 630. Ableitungswege 632.
Thränengrube 433.
Thränenkanal 633, 634.
Thränenkarunkel 632.
Thränenröhrchen 633.
Thränensack 633.
Thymus (47) 485—488. Lymphgefässe

486. Blutgefässe 487. Genese 487. Involution 488.
Thyreoidea (47) 523.
Tomes'sche Fasern 180.
Tonsillae 660.
Trachea 52, 507.
Trommelfell 59, 558.
Tuba Eustachii 562.
Tuber cinereum 739.
Tunica albuginea des Hodens 273.

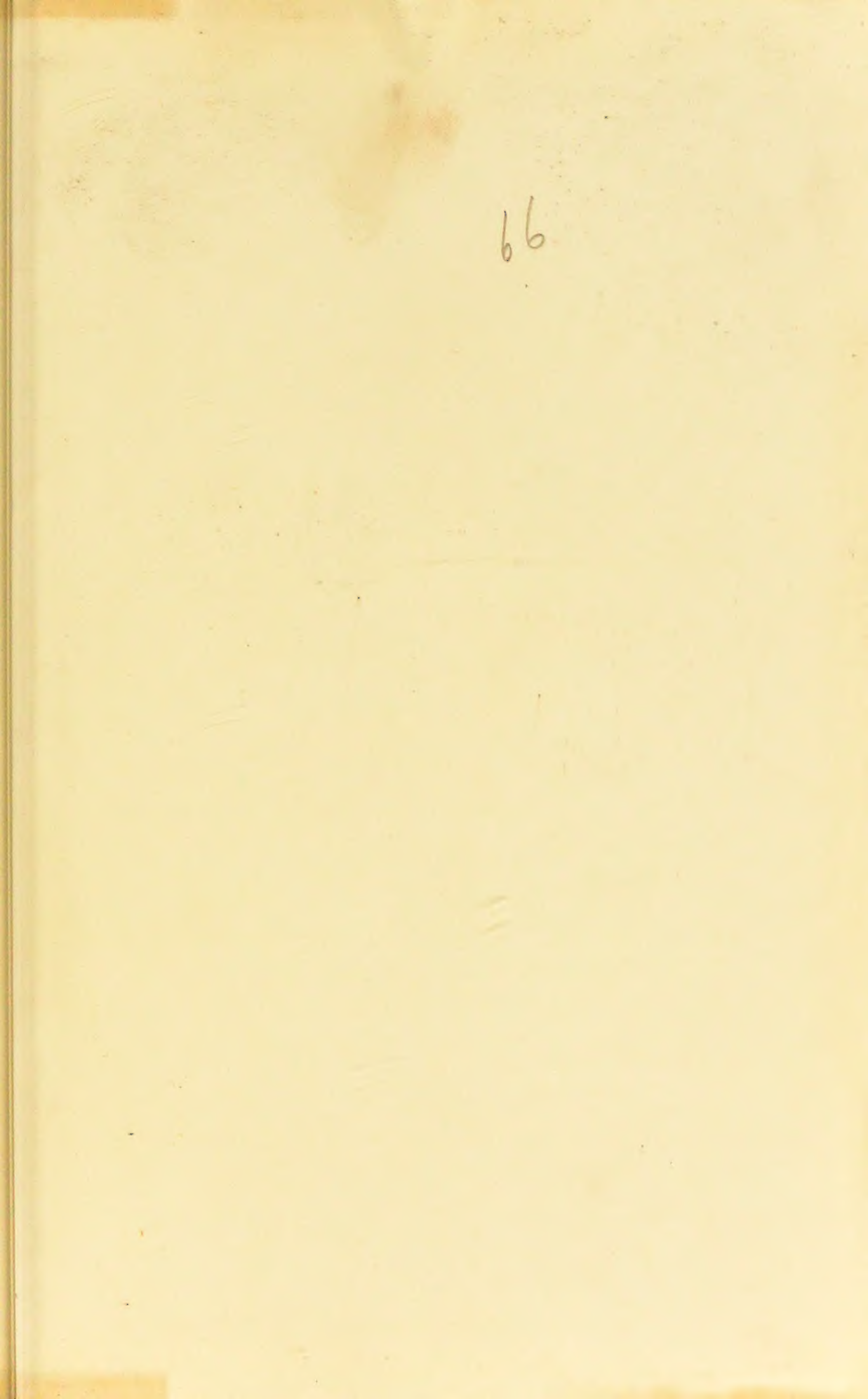
Unterhaut 387.
Ureter 265—267.
Urethra 297—303. Beckenstück 297. Cavernöser Theil 300.
Uropoetischer Apparat 248—272.
Uterindrüsen 322.
Uterinmilch 66
Uterinstäbchen 66.
Uterus Ue. 56, 57, 325.
Utriculardrüsen 322.
Uvea 587.

Vacuolen 74.
Vater-Pacini'sche Körperchen 45, 225, 226, 446.
Vasa vasorum 462.
Venen 45. Bau 459. Klappen 461. Unterschied von Arterien (47—52) 466.
Verdauungsapparat 640. Vorderdarm 641. Vorderdarmdrüsen 641. Mundhöhle 648. Zähne 660. Schlund 667. Pansen 669, Haube 671, Psalter 673, Schlundabtheilung von Pferde- und Schweinemagen 675, 685, 688. Magen 677. Darmschlauch 690. Leber 705. Pancreas 716.
Verkalkungen 166.
Vesiculae seminales (55) 288—291.
Vesicula germinativa 313.
Vestibulum vaginae 328.
Vierhügel 738.
Vitellus 313.
Vorderhirn 739.
Vormagen (49) des Pferdes 675, 685. des Schweines 675, 688.

Wanderzellen 148, 387, 391 (s. Leucocyten).
Wandlederhaut 396.

Zähne 71, 661. Entwickelung 665.
Zahnbeinsubstanz 180, 663.
Zahnfleisch 652.
Zahnfleischwulst 652.
Zahnpulpa 662.
Zahnsäckchen 26—28, 665.
Zelle 67. Geschichtliches 70. Form und Structur, Definition 72. Zellkern 75. Lebenserscheinungen 78. Reize 79 ff. Stoffwechsel 81. Fortpflanzung 82. Wachsthum und Tod 91. Structur 98. Wiederersatz 141. Formen 97.
Zellarten, die wesentlichsten 99, 100.
Zellbewegung, amöboide 79.
Zellbildung 82.
Zellengewebe 106—126.
Zirbel 749.
Zitzen 338, 339. Entwickelung 338, 339. Histologisches 339. Gewebe 341.
Zitzengewebe 341.
Zitzen, primäre 340, secundäre 345.
Zitze der Stute 344.
— der Schweine 344.
— des Schafs 342.
— des Hundes 345.
— der Katze 345.
— der Ziege 342.
Zona nervea 571.
— pellucida 313.
— perforata 571.
— tecta 571.
Zooid 71.
Zotten, des Darms 692 ff., des Magens 683.
Zunge (47, 48) 653. Gefässe und Nerven 526—548, 660.
Zungenbalgdrüsen 659.
Zungendrüsen 658.
Zungenfollikel 659.
Zungengrund 47, 48, 653.
Zungenpapillen 528, 655.
Zungenrückenknorpel 654.
Zungenschleimhaut 654.
Zungenwulst 654.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Schönebergerstrasse 17a.


66

